

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikka

Erkki Munter

Vesihuoltolinjojen suunnittelun ja rakentamisen ongelmat sekä laatu poikkeamat

Opinnäytetyö 2014

Tiivistelmä

Erkki Munter

Vesihuoltolinjojen suunnittelun ja rakentamisen ongelmat sekä laatupoikkeamat,
48 sivua,

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikka

Infratekniikan sekä maa- ja kalliorakentamisen suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2014

Ohjaajat: Tuntiopettaja Eija Mertanen, Saimaan ammattikorkeakoulu, Jari-Pekka Sinkko, työmaapäällikkö Skanska Infra

Opinnäytetyössä käsiteltiin vesihuoltolinjojen suunnittelun ja rakentamisen ongelmia sekä laatupoikkeamia. Opinnäytetyössä käsitellyt ongelmat sekä laatu-poikkeamat olivat peräisin eri työmailta. Opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä ratkaisuja yleisimpiin suunnittelun ja rakentamisen ongelmiin työmaahavaintojen perusteella.

Opinnäytetyössä käsiteltiin seuraavia suunnitteluvirheitä: huonot maaperätutkimukset, paikallistuntemuksen puute, arinan väärä paksuus, korkovirheet, kaivojen kokoon ja sijaintiin liittyvät virheet, vesihuoltolinjasuunnitelmien yhteensopimattomuudet, putkien törmäykset, putkieristeiden puuttuminen sekä suunnitelmien korjaaminen. Rakentamisessa ilmenneitä ongelmia olivat uusien suunnitelmien odottaminen, maaperän ja rakennuspaikan haasteellisuus, vaihtelevat sääolot, pohjaveden tuomat ongelmat, työmotivaation vähyys, urakan liian tiukat aikataulut ja vääränlaisen kaluston käyttäminen. Opinnäytetyössä käsiteltiin myös työmaalla vastaan tulleita laatupoikkeamia, mm. putkien painumiset ja muodonmuutokset sekä putkilinjojen vuodot.

Opinnäytetyön tuloksena ilmeni, että suunnitteluvirheet voitaisiin välttää etukäteen huolellisella kohteeseen tutustumisella, jolloin maasto-olosuhteet huomioitaisiin paremmin suunnitelmissa. Suunnittelijalla tulisi olla käytännön kokemusta vesihuoltolinjan rakentamisesta, jolloin suunnitelmavirheet vähentyvät. Kehittämällä suunnitteluohjausta, vesihuoltolinjasuunnitelmien yhteneväisyys parantuisi. Suunnittelutoimistojen tekemä itselle luovutus suunnitelmilleen parantaisi suunnitelmien laatua sekä lisäisi vastuuta. Urakoitsijan pitkä työkokemus ja ammattitaito rakennettaessa vesihuoltolinjoja parantavat rakentamisen laadun tasoa. Valvontaa lisäämällä rakennusvirheiden ja laatupoikkeamien määrä laskee.

Avainsanat: kunnallistekniikka, vesihuoltolinja, laatupoikkeamat

Abstract

Erkki Munter

Problems of design and construction of the water supply systems and quality deviations, 48 Pages,

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Construction Engineering

Civil Engineering

Bachelor's Thesis 2014

Instructors: Ms Eija Mertanen, tutor of Saimaa University of Applied Sciences,

Mr Jari – Pekka Sinkko, sitemanager of Skanska Infra

The thesis deals with problems of design and construction of the water supply systems and quality deviations. Problems as well as quality deviations that are dealt with in the thesis originate from different worksites. The purpose of the thesis was to find answers to the most common problems regarding design and construction based on the observations at the worksite.

The thesis deals with following errors in designing: inadequate soil analysis, lack of local knowledge, inaccurate thickness of the pipegrating, flaws in elevations, mistakes made in both size and placement of inlets, poor compatibility of water supply system designs, collision of pipes, lack of pipe insulation as well as design corrections. Problems that occurred during the construction were as follows: waiting for new designs, challenging soil and construction site, varying weather, problems with groundwater, lack of work motivation, too tight scheduling and the usage of wrong kind of equipment. In the thesis also problems with quality deviations during the construction work are dealt with, like deflections and transfigurations of pipes and pipeline leaks.

As the result of the thesis it became apparent that design errors can be avoided beforehand by thorough inspection of the worksite so that terrain conditions could be taken into better consideration. Designer should have hands-on experience of water supply system engineering so that the errors in designs would decrease. If designer companies first did the self inspection to their designs, it would both improve the quality of designs as well as increase company's responsibility for them.

Experienced contractors with good professional skills will also improve the quality of construction of the water supply system. Also by increasing the supervision, we can decrease errors in construction work as well as quality deviations.

Keywords: municipal engineering, water supply system, quality deviations

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Vesihuoltolinja	6
2.1	Kaivanto.....	7
2.2	Kiviainesarina	9
2.3	Asennusalusta	10
2.4	Alkutäyttö	10
2.5	Lopputäyttö	11
2.6	Vesijohto (vj)	11
2.7	Jätevesi (jv).....	12
2.8	Hulevesi (hv).....	13
2.9	Eristäminen	14
3	Suunnittelun ongelmat.....	14
3.1	Maaperätutkimukset sekä paikallistuntemus.....	15
3.2	Arinan paksuus	17
3.3	Korkovirheet.....	18
3.4	Kaivojen sijoittelu sekä suunnitelmien yhteneväisyys	18
3.5	Putkien törmäykset	21
3.6	Muovisien kaivojen koot.....	22
3.7	Putkien eristäminen	23
3.8	Suunnitelmien korjaaminen.....	23
4	Rakentamisen ongelmat.....	24
4.1	Maaperä.....	24
4.2	Sääolot.....	25
4.3	Pohjavesi	26
4.4	Uusien suunnitelmien odottaminen	26
4.5	Työmotivaatio	27
4.6	Aikataulu	27
4.7	Valvonta.....	28
4.8	Kalusto.....	29
5	Vesihuoltolinjojen kelpoisuuden osoittaminen	29
5.1	Viettoviemäri	29
5.2	Vesijohto sekä paineviemäri	31
6	Laatupoikkeamat sekä niiden syyt.....	31
6.1	Muodonmuutos	31
6.2	Sivuttaissiirtymä	34
6.3	Painuma sekä linjan nousu	36
6.4	Hiekkaa linjassa	38
6.5	Vuodot	39
7	Johtopäätökset	41
7.1	Yhteenveto suunnittelun ongelmista	41
7.2	Yhteenveto rakentamisen ongelmista	42
7.3	Laatupoikkeamien yhteenveto	45
	Kuvat.....	46
	Taulukko	47
	Lähteet.....	48

1 Johdanto

Maalta kaupunkiin muuttaminen lisääntyy vuosi vuodelta, jolloin tulee tarve rakentaa uusia asutus- ja palvelukeskuksia. Uusien keskuksien rakentamisen alkuvaiheessa rakennetaan alueelle toimiva vesihuolto, sähkö ja tierakenteet. Nämä antavat edellytykset alueen kehittämiseksi.

Vesihuollon rakentaminen taajamissa sekä haja-asutusalueella on kasvanut uuden valtioneuvoston asetuksen 209/2011 myötä. Valtioneuvoston asetus 209/2011 määrittää vähimmäisvaatimukset jätevesien puhdistustasolle. Liittymismaksuja vastaan kunnat, kaupungit ja vesiosuuskunnat auttavat kiinteistöjä hoitamaan jätevesien käsittelyn rakennuttamalla alueelle toimivan jätevesiverkoston, jolloin ei enää uudesta valtioneuvoston asetuksesta tarvitse huolehtia.

Peruskorjaamisen tarve vanhoille vesihuoltolinjoille lisää myös linjojen rakentamisen määrää. Suomessa vesihuoltolinjojen peruskorjausvelka kasvaa vuosi vuodelta määrärahojen puutteellisuuden vuoksi. Tämä näkyy katukuvissa siten, että vanhat valurautaiset vesijohdot halkeavat aiheuttaen vesikatkoksia, veden pilaantumista sekä vesivahinkoja. Maahan imeytynyt jätevesi on ympäristölle haitallista, sillä se aiheuttaa pohjaveden pilaantumista pilaten juomakelpoisen veden sekä lisää vesistöjen rehevöitymistä.

Vesihuoltolinjojen saneeraus ja uuden rakentaminen lähtee aina liikkeelle kohteen suunnittelusta. Suunnitteluun kerätään lähtötietoja alueesta, esimerkiksi maaperästä ja vanhoista putkista sekä suunnitellaan käyttötarpeen mukaisen vesihuoltolinjan kohteeseen. Suunnittelussa saattaa kuitenkin syntyä virheitä, jotka aiheuttavat ongelmia rakennuttajalle sekä urakoitsijalle.

Laadulliseen rakentamiseen pyritään aina, mutta kuitenkin siihen ei nykypäivänä vielä pystytä. Takuuajakaisten korjausten syyt voivat olla rakennus- tai suunnitteluvirheistä johtuvia, mutta korjaaminen ei milloinkaan ole taloudellisesti kannattavaa.

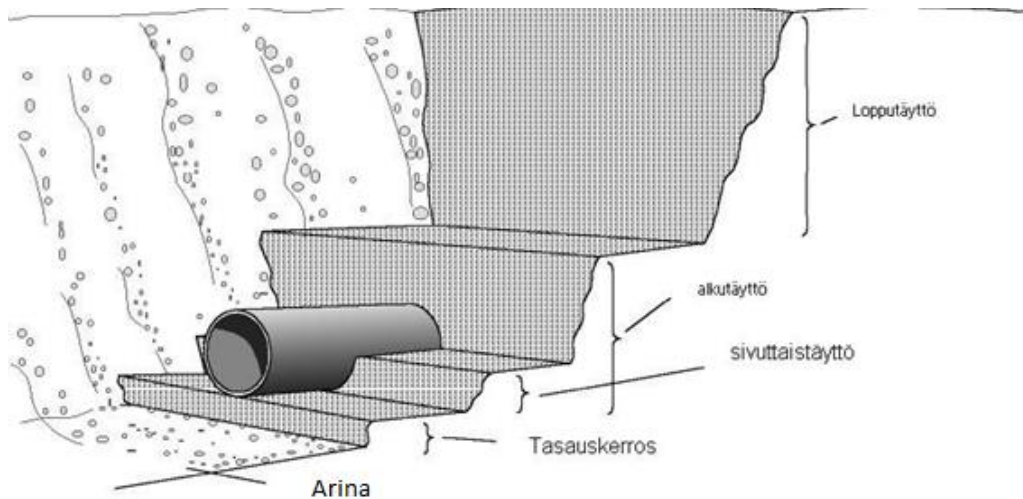
Vesihuoltolinjojen laadunvarmistaminen on kehittynyt ja näin ollen rakentamisen laadullinen taso on noussut. Tästä johtuen karkea rakentamistyyli on vähentynyt, joka on syynä laatupoikkeamien syntymiseen. Laadunvarmistamisen kehittymisen myötä saa rakennuttaja varmemmin maksamilleen rahoille oikeanlaisen lopputuotteen.

Opinnäytetyön tarkoituksena on löytää ratkaisut suunnitteluun sekä rakentamiseen liittyviin ongelmiin sekä kuinka estää korjausta vaativat laatupoikkeamat. Aineistoa opinnäytetyöhön on kertynyt eri työmailta sekä työnjohtajien, rakentajien että suunnittelijoiden haastatteluista.

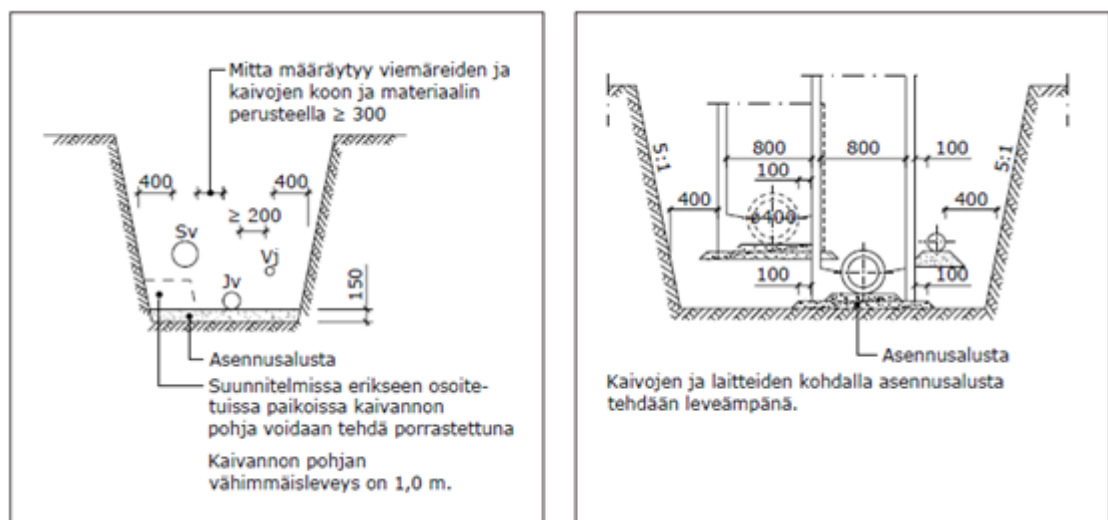
Opinnäytetyön laajuus rajoittuu yleisimpiin ongelmiin vesihuoltolinjojen suunnittelussa ja rakentamisessa. Laatupoikkeamia käsittelen niiltä osin millaisiin poikkeamiin työurallani olen törmännyt.

2 Vesihuoltolinja

Vesihuoltolinjan rakenteeseen kuuluu: arina, alkutäyttö, lopputäyttö (Kuva 1.) sekä käytettävät putkilinjat: vesijohto, jätevesi- paineviemäri, hulevesi (Kuva 2). Kohteesta riippuen vesihuoltokaivantoon voi kuulua yksi tai useampi putkilinja. Vesihuoltokaivannon suunnitelmien tekemiseen käytetään ohjeistuksena infra-rakentamisen yleisen laatuvaatimuksen opasta, osaa 1 väylät ja alueet. Ohjeistuksena käytetään myös Suomen Rakennusinsinööriliiton julkaisuja RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelunperusteet ja toiminnallisuus sekä RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu ja mitoitus.



Kuva 1. Kaivannon täytön rakennekerrokset (wikispaces)



Kuva 1. Kaivannon ohjeelliset vähimmäismitat (InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 16210 Putki ja johtokaivannot, s. 303)

2.1 Kaivanto

Vesihuoltolinjan rakentaminen alkaa aina kaivannon kaivamisesta. Kaivannon luiskien kaltevuus määräytyy kaivannon syvyyden sekä maaperän mukaan (Taulukko 1). Kaivannon syvyys riippuu asennettavien putkien tyypistä sekä routarajasta. Kaivannon leveys riippuu asennettavien putkien määrästä, koosta ja niiden suojaetäisyydestä toisiinsa sekä kaivannon seinämään (Kuva 2).

Mikäli ohjeistuksen mukaisia kaltevuuksia ei pystytä käyttämään ja vaarana on kaivannon sortuminen, joudutaan rakentamisen aikana käyttämään esimerkiksi kaivantotukia (Kuva 3.) tai teräsponttiseinää (Kuva 4). Jos putken asennussyvyys jää alle routarajan, on putki eristettävä.

Kaivannon täyttö (Kuva 1.) aloitetaan usein kiviainesarinalla, joka viimeistellään asennusalustalla. Putken asennuksen jälkeen tehdään alkutäyttö sekä sivuitäyttö eli ”täkkäys” ja kaivannon viimeisenä täyttökerroksena on lopputäyttö. (InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 16200 Maakaivannot, s. 300, 16210 Putki- ja johtokaivannot, s.303, 16300 Kaivannon tukirakenteet, s.309, 14221 Putkijohtorakenteiden ja rumpujen lämmöneristykset, s.222.)

Taulukko 16200:T1. Tukemattoman, lyhytaikaisen kaivannon ohjeelliset luiskakaltevuudet karkearakeisissa maalajeissa sekä moreenissa ja karkeissa silttimaalajeissa.

Maapohja	Kaivannon syvyys H, m ¹⁾		
	< 1,2	1,2...2,0	> 2,0
	Luiskan kaltevuus		
Löyhä ja keskittiivis siltti	pystysuora	20...45° maa-aineksen laadun ja ominaisuuksien mukaan	
Löyhä ja keskittiivis hiekka			
Löyhä sora			
Löyhä moreeni			
Tiivis siltti ²⁾	pystysuora	< 2:1...3:1	< 1:1...2:1
Tiivis hiekka			
Keskittiivis sora			
Keskittiivis moreeni ²⁾			
Tiivis sora	pystysuora	< 4:1...5:1	< 3:1...4:1
Tiivis moreeni			

Kun on olemassa sortumavaara ja yli 2 m korkeasta kaivannosta on aina oltava kaivantosuunnitelma.

¹⁾ Yli 2 m syvissä kaivannoissa tulee suurin mahdollinen kaivussyvyys ja luiskan kaltevuus tarkistaa tapausittain paikallisten olosuhteiden mukaan.

²⁾ Jos kaivetaan pohjaveden pinnan tuntumassa tai sen alapuolella, on käytettävä löyhän maan mukaisia kaltevuuksia.

Taulukko 16200:T2. Tukemattoman, lyhytaikaisen kaivannon suurin syvyys ja luiskan kaltevuus koheesiomaissa (su = pienin mitattu suljettu leikkauslujuus).

Maapohja		Luiskan kaltevuus					
		5:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3
		Suurin kaivussyvyys, m					
IV	Hyvin pehmeä savi (su = 7...< 10 kPa)	—	—	—	1,7	1,9	2,1
V	Pehmeä savi (su = 10...< 20 kPa)	1,6	1,7	1,9	2,3	2,5	2,7
VI	Sitkeä savi (su ≥ 20 kPa)	2,0	2,5	3,0	3,2	3,7	4,0

Kun on olemassa sortumavaara ja yli 2 m korkeasta kaivannosta on aina oltava kaivantosuunnitelma.

Taulukko 2. Tukemattoman kaivannon luiskakaltevuudet (InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 16200 Maakaivannot, s. 301)



Kuva 3. Kaivantotuen käyttöä vesihuoltolinjan rakentamisessa (roipanblogi)



Kuva 4. Teräsponttiseinällä tuettu kaivanto (Imeco)

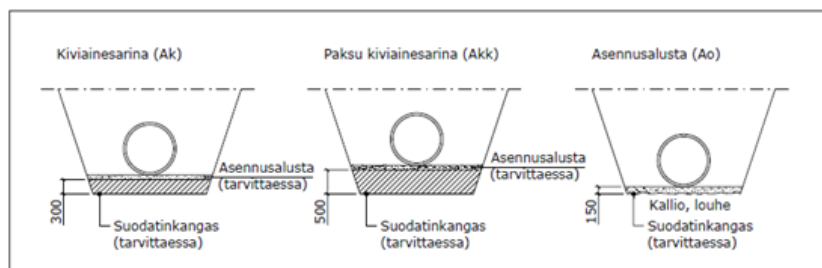
2.2 Kiviainesarina

Kiviainesarina suunnitellaan jätevedelle ja hulevedelle, jotka rakennetaan routiville sekä pehmeille alueille. Arinan tarkoituksena on ottaa vastaan alku- ja lopputäytöistä, tierakenteesta sekä liikennekuormista tulevat rasitukset estäen putken painumisen. Arinan paksuuden on oltava vähintään 300 mm routivilla alueil-

la ja pehmeillä sekä erittäin routivilla alueilla vähintään 500 mm. Materiaalina käytetään 0...32 mm mursketta tai 2/3 arinan paksuudesta kuitenkin maksimissaan raekoko on oltava 150 mm (Kuva 5). Arinan kantavuutta voidaan parantaa suodatinkankaalla, geoverkolla, betonilaatta-arinalla, puuarinalla, teräslevyllä sekä stabiloimalla kaivannon alapuolinen maaperä sementti–kalkkiseoksella. Putken valmistaja antaa myös omat ohjeistukset materiaalien käytöstä. (InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 13300 Arinarakenteet, s. 186.)

2.3 Asennusalusta

Asennusalustan tarkoitus on tasata arinan pinta. Kerroksen avulla saadaan hienosäädettyä viettolinjan kaato sekä varmistetaan, ettei arinassa käytetty suurempi kiviaineskoko riko putkea (Kuva 5). Asennusalustaan käytettävän materiaalin maksimiraekoko riippuu putken koosta sekä materiaalista. Betoniputkelle suunnitellaan 32...63 mm tai maksimissaan puolet asennusalustan paksuudesta. Muovi- sekä teräsputkien asennusalustan reakoko määräytyy putkikoon mukaan. Yleisemmin käytettävän muoviputken PEH asennusalustan maksimiraekoot ovat DN 100 – suurin sallittu 16 mm, DN 200 – suurin sallittu 20 mm ja DN 600 - suurin sallittu kiviaineskoko 63 mm. Suunnittelussa pitää huomioida putken valmistajan antamat ohjeistukset. (InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 18310 Asennusalustat, s. 370.)



Kuva 5. Kiviainesarina sekä asennusalusta (InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 13300 Arinarakenteet, s.387)

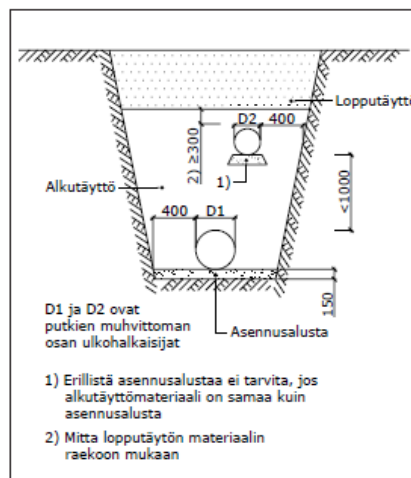
2.4 Alkutäyttö

Putkien asennuksen jälkeen tehdään alkutäyttö murskeesta, sorasta tai hiekasta. Materiaalina alkutäytössä käytetään sellaista reakkoa, joka sopii jokaiselle putkityypille kaivannossa. Alkutäyttöä tehdään 300 mm putken päälle kerroksittain tiivistäen ennen lopputäytön aloittamista (Kuva 6). Alkutäytön merkitys on

estää sivuittaissiirtymät sekä muodonmuutokset. Oikean materiaalin käyttö alkutäytössä estää suurempien kivien joutumisen putkien läheisyyteen, jolloin estetään putkien vahingoittuminen. Suunnittelussa on myös hyvä huomioida putken valmistajan antamat ohjeistukset. (InfraRYL 2006 / Osa 1 väylät ja alueet / 18320 Alkutäytöt, s.372.)

2.5 Lopputäyttö

Tierakenteessa lopputäyttö päättyy rakennekerrosten alapintaan ja tiealueen ulkopuolella olemassa olevaan maanpinnan tasoon (Kuva 6). Maksimiraekoko on 2/3 tiivistyskerroksesta ja on maksimissaan 400 mm. Lopputäyttö tehdään samaan tapaan kuin alkutäyttö kerros kerrokselta tiivistäen. Tiealueilla käytetään soraa, mursketta tai hiekkaa ja tiealueiden ulkopuolella voidaan käyttää kaivannon kaivumaita. Oikein tehty lopputäyttö estää putkien muodonmuutoksen syntymisen sekä tierakenteessa esiintyvät painumiset. Suunnittelussa pitää huomioida valmistajan antamat ohjeistukset. (InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 18330 Lopputäytöt, s.378.)



Kuva 6. Kaivannon alku- ja lopputäyttö (InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 18300 Kaivantojen täytöt, s.375)

2.6 Vesijohto (vj)

Vesijohdon tarkoituksena on siirtää juomakelpoista vettä. Vesijohdon yleisempänä materiaalina käytetään PE:tä eli polyeteeniä (Kuva 7). PE-putkia on myös saatavilla eri pinnoitteilla. Esimerkiksi diffuusisuojaus estää maaperästä liukenevien myrkkujen imeytymisen vesijohtoputkeen ja veteen. SG-putki on korvan-

nut vanhan valurautaisen putken. Sen runko on pallografiittivalurautaa ja sisäpuoli on betonoitu (Kuva 8).

Vesijohdon koko määräytyy käyttöasteen mukaan. Mitä suurempi veden käyttömäärä on, sitä suurempi on putken halkaisija. Asennussyvyys ilman eristämistä on 2,0—2,5 m riippuen alueellisesta maaperästä sekä routarajasta.



Kuva 7. PE on vesijohdoissa yleisemmin käytetty vesijohtomateriaali. Putkessa näkyy sininen tunnistusraita joka kertoo käyttötarkoituksen. Paineviemäriputkessa tunnistusväri on ruskea.



Kuva 8. SG-putki (Ruskon betoni Oy)

2.7 Jätevesi (jv)

Jätevesilinjat siirtävät talouden likaiset jätevedet kunnan tai kaupungin jätevedenpuhdistamolle. Jätevesilinjoja voidaan rakentaa joko vietto- tai painelinjana. Viettoviemäriässä jätevesi virtaa vapaasti putkessa alamäkeen. Korkoerojen vuoksi viettoviemäri on ajoittain päätettävä jätevesipumppaamoon, josta jätevesi siirtyy painelinjaa myöten uuteen viettoviemäriin. Materiaalina yleensä

putkissa PVC (Kuva 9.) tai betoni (Kuva 10.) ja painelinjassa PE eli polyeteeni. Putken koko määräytyy alueelta kertyvien jätevesien mukaan.



Kuva 9. PVC-putki (Pipelife Oy)



Kuva 10. Betoniputki hule- tai jätevesien siirtämiseen (Ruskon betoni Oy)

2.8 Hulevesi (hv)

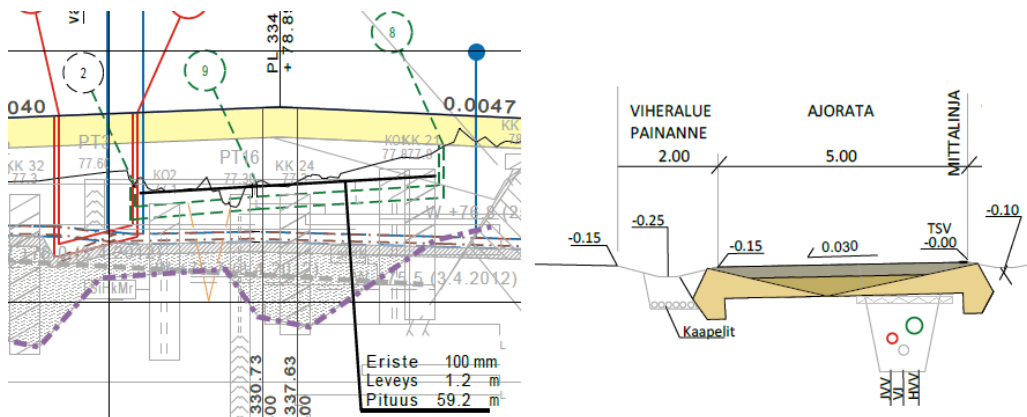
Hulevesiputkistoihin johdetaan kadun sekä tonttien kuivatusvedet. Vedet johdetaan putkia pitkin purkuojaan tai suoraan vesistöön. Suoraan vesistöön purkamista pyritään välttämään ja nykyjään on alettu rakentamaan hulevesien viivytysrakenteita kuten kosteikkoja sekä hulevesikasetistoja. Viivytysrakenteilla pyritään parantamaan vesistöjen nykytilaa. Materiaalina hulevesiputkissa käytetään betonia (Kuva 10.) tai PE:tä eli polyeteeniä (Kuva 11). Putken koko määräytyy alueelta kertyvien hulevesien määrän mukaan.



Kuva 11. Hulevesiputki (Uponor Oy)

2.9 Eristäminen

Putken asennussyvyyden jäädessä routarajan yläpuolelle on vaarana putken jäätyminen sekä routavaurioiden syntyminen. Eristäminen tehdään InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet /14221 Putkijohtorakenteiden ja rumpujen lämmöneristykset mukaan eristelevyllä (Kuva 12).



Kuva 52. Vesihuoltolinjan eristäminen

3 Suunnittelun ongelmat

Vesihuoltolinjojen saneeraus sekä uuden linjan rakentaminen taustalla on suunnitelmien luominen. Laadukkaat suunnitelmat nopeuttavat rakentamisvaiheen valmistumista. Kuitenkin suunnitelmat eivät aina ole toteutuskelpoisia ja niistä löytyy virheitä. Suunnitelmavirheiden myötä urakka-aika pidentyy hidastaen sekä vaikeuttaen rakentamista. Syntyneistä virheistä aiheutuu rakennuttajalle odottamattomia ylimääräisiä kustannuksia. Suunnitelmissa tyypillisimmät vir-

heet ovat putkilinjojen törmäykset, kaivojen sekä putkien sijoitteluvirheet, eristyksen puuttuminen, korkovirheet, laatupoikkeamat ja lisääntyneet louhinnat huonojen maaperätutkimuksien tai paikallistuntemuksen vuoksi.

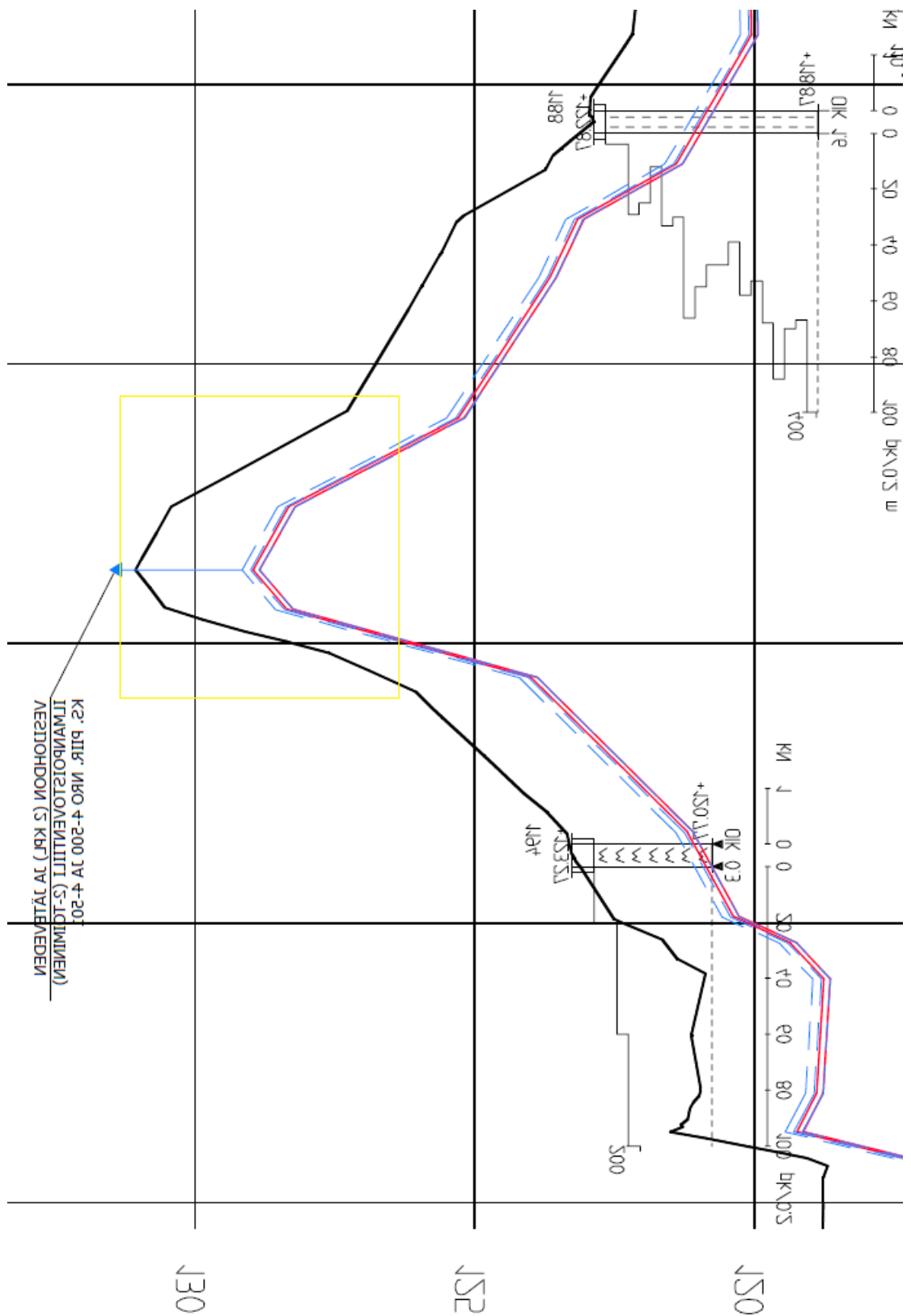
3.1 Maaperätutkimukset sekä paikallistuntemus

Maaperätutkimukset ovat tärkeä lähtökohta suunnittelulle. Tutkimuksilla saadaan tietoa kohteen maalajeista, lujuudesta sekä kalliopintojen rajoista. Näiden perusteella suunnitellaan vesihuoltokaivanto ja sen syvyys, leveys, arinan paksuus sekä mahdollinen putkien eristäminen ja louhinnan tarve.

Seuraavissa kuvissa on kohde, jossa rakennettiin uutta vesihuoltolinjaa tiealueen viereen. Vesihuoltokaivantoon asennettiin 110 mm paineviemäri, 160 mm sekä 315 mm vesijohto (Kuva 13). Vesihuoltolinjan rakennus pysähtyi kartoittamattomaan kallioon. Pituusleikkauksessa (Kuva 14.) kallion kohtaan ei ollut tehty kairauksia vaikka rinteen molemmin puolin kairaukset olikin tehty. Ajoneuvosta otetun kuvan perusteella suunnitelmiin olisi pystynyt lisäämään kallion kohdan ilman kairaustuloksiakin (Kuva 15).



Kuva 13. Vesihuoltokanaalin louhinta on tehty ja putket odottavat asennusta.



Kuva 14. Pituusleikkaus on kartoittamattoman kallion kohdasta. Louhittava kohta on merkitty keltaisella ruudulla.



Kuva 15. Kallio, jonka päällä kulkee suunniteltu vesihuoltolinja noin 20 metriä tiestä.

Kartoittamattoman kallion vuoksi vesihuoltolinjan rakentaminen pysähtyi. Louhintatyön vuoksi urakan kesto pidentyi sekä aiheutti odottamattomia lisäkustannuksia rakennuttajalle.

3.2 Arinan paksuus

Arinan toimivuudella on suuri merkitys putkilinjan pysymiselle suunnitellussa korossa. Putkilinjan painuminen tuottaa ongelmia varsinkin vietto-osuuksilla, jolloin esimerkiksi putken virtaama heikkenee ja tukkeutumisen riski kasvaa. Kattavilla pohjatutkimuksilla sekä paikallistuntemuksella arinan paksuus osataan suunnitella niin, että se kestää putkesta itsestään sekä yläpuolelta tulevat rasituskuormat, kuten maamassoista ja liikenteestä tulevat rasituskuormat. Arinan suunnitteluvirheitä syntyy, kun edellisistä suunnitelmista kopioidaan suunnitelmia uusiin kohteisiin ymmärtämättä, että suunnitelmat eivät välttämättä sovelu kohteeseen. Virheet syntyvät myös, kun suunnittelija ei ymmärrä kairaustutkimuksia eikä vieraile paikan päällä kohteessa.

3.3 Korkovirheet

Viettoviemäreiden suunnittelussa virheitä tulee putkien sekä kaivojen koroissa. Yleisin virhe on liian pieni viettokaltevuus tai väärä suunta, jolloin putkelle asetettu virtauskaltevuus alittuu tai mahdollisesti virtaussuuntaan nähden vesi virtaakin ylämäkeen, jolloin linja ei toimi.

Korkovirheitä esiintyy pituusleikkauksessa, kun putkilinjalle esitetty kaltevuus ei täsmää kaivokortissa esitetyn kaltevuuden kanssa. Näin ollen syntyy ristiriita suunnitelmien välillä. Käytettäessä väärää, esimerkiksi liian suurta kaatoa, pitkällä putkiosuudella voi putken asennussyvyys jäädä routarajan yläpuolelle, jolloin putki pitäisi eristää. Väärään korkoon asennettaessa myös vanhojen tonttiliitoksien liittäminen voi aiheuttaa ongelmia. Esimerkiksi vanhat linjat ovat korotasoltaan alempana, jolloin on mahdotonta tehdä liitos uuteen ilman pumpaamon rakentamista.

Annetuissa vanhojen linjojen koroissa voi olla myös suuria poikkeamia. Huolimattomasti otetut korot kustautuvat suunnitelmissa sekä sen jälkeen myös rakentamisessa. Tällöin liitokset yleensä tulevat liian ylös, jolloin syntyy linjaan padotusta tai putkilinjaa on rakennettava pitkä matka 0 %:n kaadolla, jotta liitos on mahdollinen.

3.4 Kaivojen sijoittelu sekä suunnitelmien yhteneväisyys

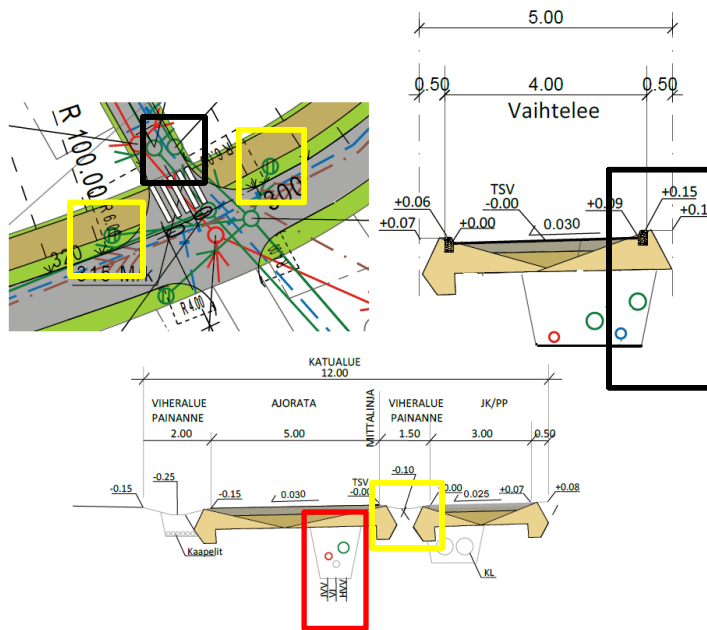
Vesihuoltolinjojen JV sekä HV vietto-osuuksille suunnitellaan runko- sekä ritiläkaivoja. Runkokaivot suunnitellaan aina putkilinjan taitekohtiin ja suorilla osuuksilla n. 50–100 m välein. Kaivot tulee myös suunnitella runkolinjalle tonttiliitoksia varten. Ritiläkaivot suunnitellaan tien alimpiin kohtiin sekä siten, että veden virtausmatka on enintään 100 m.

Eräässä kohteessa (Kuva 16.) runkokaivon sekä ritiläkaivojen sijainneissa oli tapahtunut virhe. Hulevesikaivo on sijoitettu suoraan reunakiven alle ja merkitty kuvaan 16 mustalla ruudulla. Mikäli kaivo olisi asennettu suunnitellulle paikalle, kaivosta linjan toimivuuden tarkastaminen reunakiven asentamisen jälkeen olisi ollut mahdotonta. Samaisessa kohdassa ritiläkaivojen tulisi sijaita viherkaistan keskellä ojan pohjalla, mutta tässä suunnitelmassa kaivot sijaitsivat osittain ke-

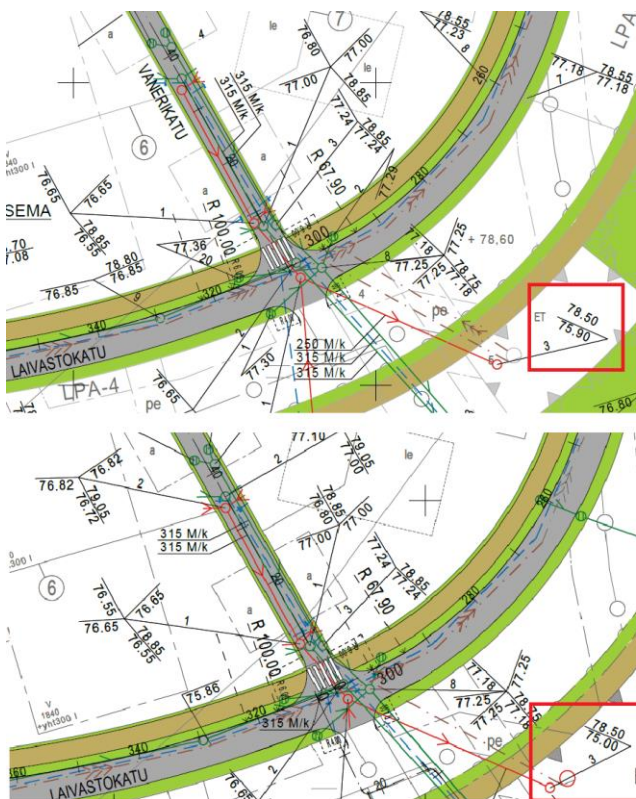
vyenliikenteen väylällä. Ritiäkaivojen korko on täten ylempänä kuin ojanpohja, ja vasta ojan tulvittua vesi olisi virrannut kaivoon. Kaivannon poikkileikkauksessa putket on suunniteltu liian pienillä etäisyyksillä toisiinsa sekä putkia asennetaan toisen putken päälle, jolloin korjaus ja saneerausvaiheessa työn tekeminen on todella hankalaa. Kuvan 16 tapauksessa esimerkiksi rikkoontuneen vesijohdon korjaamisen vuoksi on muut asennetut putkilinjat purettava.

Samassa kuvassa, jossa kaivo on asennettu katukiven alle, katusuunnitelman ja kaivannon poikkileikkaus putkista eivät ole yhteneviä. Asemakuvassa putkien järjestys vasemmalta oikealle ovat jv, hv, vj, hv ja poikkileikkauksessa jv, vj, hv, hv. Suunnitelmien ristiriitaisuus aiheuttaa suurta ihmettelyä työmaalla sekä paljon ylimääräistä työtä jouduttaessa tarkastamaan suunnitelmia toimivuutta. Ongelma on vielä suurempi, jos rakennettu linja joudutaan purkamaan ristiriitaisuuden tai suunnitelmavirheen vuoksi. (InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 16210 Putki ja johtokaivannot, s 303.)

Ongelmia on myös suunnitelmien yhteneväisyydessä. Moneen osaan pilkotut vesihuoltosuunnitelmat ovat alttiita virheille. Kuvan 17 katusuunnitelmissa on alueesta kaksi eri tulostusta, jotka on toimitettu urakoitsijalle. Muuten suunnitelma näyttää olevan samasta alueesta ja yhteneväinen, mutta kaivolla nro 3 on kuitenkin suunnitelmissa kaksi eri vesijuoksun korkoa. Rakennusvaiheessa ristiriitaiset suunnitelmat aiheuttavat heti mittamiehelle päänvaivaa, kumman suunnitelman mukaan kaivon vesijuoksun korko tulisi merkata.



Kuva 16. Kaivojen sijoitteluvirheet katusuunnitelmassa ja vesihuoltolinjan poikkileikkaus, joka ei täsmää asemakuvan putkilinjoihin. Kaivannon poikkileikkauksen on putkien sijoitteluvirhe.

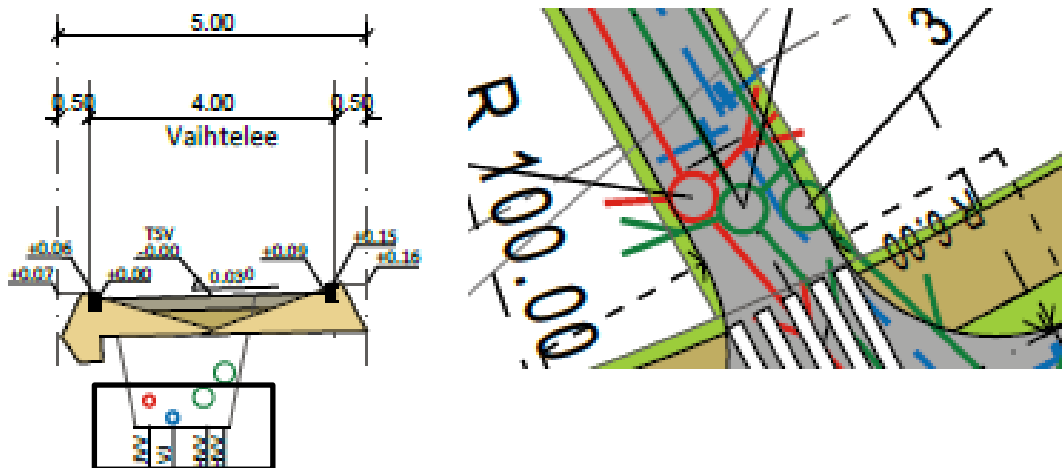


Kuva 17. Urakoitsijalle annetuissa katusuunnitelmissa on jv-kaivo nro 3:lle annettu kaksi eri vesijuoksun korkoa.

3.5 Putkien törmäykset

Putkien törmäyksiä sattuu valitettavan usein putkien liittyessä päälinjoihin sekä tonttiliittymissä, varsinkin silloin, kun kaivannossa kulkee useampia putkia. Tästä toimii esimerkkinä katu, jonka putkikaivanto oli suunniteltu kuvan 18 mukaisesti. Suunnitelmien mukaan kaivoista on suunniteltu tonteille vj-, jv- ja hv-liittymä sekä vasemmalle että oikealle. Näiden rakentamisen ongelma on, että rakennettaessa jv-liittymää vasemmalle törmää jv-putki alimpaan hv-linjaan ja rakennettaessa tontin hv-liittymää oikealle törmää hv-putki jv-linjaan.

Putkien törmäyksiä tulee myös, vaikka putkien asennuskorkeuksia olisikin limitetty siten, että vesijohdon yläpuolelle asennettava jätevesiviemärin arina on vesijohdon laen korkeudella. Tässä kohtaa limitys ei riitä, kun käytetään porahaa-rasatuloita vesijohdon haaroituksessa. Törmäys syntyy, kun vesijohdosta tulisi tehdä vj-tonttihaara oikealle puolelle jolloin sähköhitsattava porasatula nostaa vesijohdon korkeutta 60 mm (Kuva 19), jolloin tontin vesijohto törmää jv-viemäriin. Porasatula tulisi näin ollen asentaa vinoon, jotta vesijohto taipusi jv-viemäriin yli. Asentaessa sähköhitsausporasatula vinoon, rasisuskuormat eivät enää tule kohtisuoraan vaan vinosti hitsausta kohden, jolloin on vaarana hitsauksen peittäminen alku- sekä lopputiivistämisen yhteydessä.



Kuva 18. Vesihuoltokaivannon poikkileikkaus ja katusuunnitelma jossa runkolinjassa niiden tonttihaarat. Vesijohdon sijainti poikkileikkaus ei ole yhteneväinen katusuunnitelman kanssa.



Kuva19. Sähköhitsattava porasatula.

3.6 Muovisien kaivojen koot

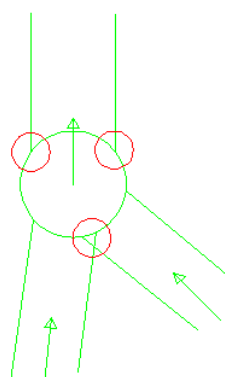
Rakentamisen aikana voi esiintyä ongelmia kaivojen tilausvaiheessa. Tehtaalle lähetetyn kaivokortin mukainen kaivo (Kuva 20.) on liian pieni ja mahdoton valmistaa suunnitelluin mitoin. Ongelma kertaantuu jos putkikoko kasvaa tai kaivoon liittyy useampia putkia.

Suunnitteluvaiheessa putket ja kaivot suunnitellaan virtausmitoituksella. Vaikka virtausmitoituksella liittyvät putket sekä kaivo olisivat riittävät vesivirtaamalle, syntyy ongelma kaivon valmistusvaiheessa. Kaivon tilausvaiheessa kaivon valmistaja ilmoittaa heti, ettei kaivoon liittyvien putkien liitoksia varten ole riittävästi tilaa. Ongelmia lisää myös kaivoon liittyvien putkien pieni etäisyys toisistaan. Täten kaivokokoa on kasvatettava ja suunniteltava uusi kaivo, johon liitokset pystytään valmistamaan. Esimerkiksi suunnitelmissa tarjotaan 1000 mm kaivoa. Kaivosta kaivokortin mukaan lähtee yksi 800 mm putki sekä liittyy kaksi 600 mm putkea (Kuva 20). Paperilla suunnitelma toimii varsin hyvin, kun tarkastellaan pelkkiä viivoja, mutta kaivotehdas ei pysty kaivokortin mukaista kaivoa yksinkertaisesti toteuttamaan. Kaivonkokoa täytyy kasvattaa, jotta putket voidaan liittää

kaivoon. Tällöin kaivokohtaiset kustannukset nousevat, ja rakentaminen voi pysähtyä uuden kaivon pitkän toimitusajan vuoksi.

Salaojaputkien liitoksien tekeminen tuottaa myös ongelmia rakentamisvaiheessa, vaikka kaivo olisikin muuten toteutuskelpoinen, koska salaojaputkien liitokset unohdetaan suunnitella liitoskaivoihin. Tällöin esimerkiksi kaivon ollessa täynnä valmiiksi tulevia ja lähteviä putkia, ei välttämättä salaojanputken liitokselle ole tilaa kaivon vesijuoksun korossa. On myös tapauksia, joissa salaojaputken asennussyvyys on alempana kuin hulevesikaivon vesijuoksu, jolloin salaojaputki ei pura keruuvettä mihinkään.

KOHDE : NO : svk4 MALLI : SV 1000 M		SIJAINTI : x = y = KORKEUS : 1.60																																										
	POISTO TULO 1 TULO 2 TULO 3 TULO 4 TULO 5 TULO 6 TULO 7	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Laatu</th> <th>Koko mm</th> <th>LIITTYMÄT Korkeus m</th> <th>Suunta</th> <th>Kaato</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>800 M/k</td> <td>800</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.0062</td> </tr> <tr> <td>600 M/k</td> <td>600</td> <td>0.00</td> <td>131</td> <td>0.0060</td> </tr> <tr> <td>600 M/k</td> <td>600</td> <td>0.00</td> <td>187</td> <td>0.0077</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Laatu	Koko mm	LIITTYMÄT Korkeus m	Suunta	Kaato	800 M/k	800	0	0	0.0062	600 M/k	600	0.00	131	0.0060	600 M/k	600	0.00	187	0.0077																					TELESKOOPPI : × UMPIKANSI : × JÄÄTYMISSUOJA : LISÄTIEDOT : LISÄTIEDOT : PL 41 LISÄTIEDOT : RITILÄKANSI : SÄÄTÖPUTKI DES 315 mm:	VESILUKKO : SORAPESÄN SYVYYS : HATTU : SÄÄTÖPUTKI : × KANSI 25 tn: KANSI 40 tn: × DES 500 mm: × DES 560 mm:
	Laatu	Koko mm	LIITTYMÄT Korkeus m	Suunta	Kaato																																							
	800 M/k	800	0	0	0.0062																																							
	600 M/k	600	0.00	131	0.0060																																							
	600 M/k	600	0.00	187	0.0077																																							



Kuva 20. Kaivokortti jonka suunniteltu kaivo on liian pieni. Vihreällä kaivo piirretty oikeilla mitoilla ja punaisella on merkitty ongelma kohdat.

3.7 Putkien eristäminen

Tasaisilla alueilla viettoviemäriosuuksia joudutaan ajoittain asentamaan routarajan yläpuolelle. Tällöin putkilinja pyritään eristämään jäätymisen estämiseksi. Kuitenkin suunnitelmista puuttuu usein putkien eristämisiä ja eristämispaidat joudutaan suunnittelemaan uudestaan työmaalla ja jopa kaivamaan kaivantoja auki routaeristeen lisäämiseksi jälkikäteen.

3.8 Suunnitelmien korjaaminen

Suunnitelmien korjaaminen tulisi tehdä heti, varsinkin jos rakennusurakka on käynnissä. Suurempien virheiden korjaaminen voi vaatia suunnittelijan työmaa-

käyntiä, jotta voidaan paikallistaa ongelma ja päättää kuinka ongelma tai virhe korjataan. Suunnittelijan saaminen työmaalle voi kuitenkin ottaa aikaa suunnittelutoimiston sijaitessa Helsingissä ja rakennuskohteen Rovaniemellä. Näin ollen voi kestää viikkoja ennen kuin urakoitsija saa uudet suunnitelmat käyttöönsä.

4 Rakentamisen ongelmat

Tässä luvussa esittelen rakentamisessa vastaan tulleita ongelmia, jotka aiheuttavat työmaan urakka-ajan pidentymisiä sekä laatupoikkeamia. Haasteita ja ongelmia tulee esimerkiksi suunnitelmien huonon laadun, maaston, maaperän, sääolojen, työmotivaation ja aikataulun vuoksi. Vesihuoltolinjojen rakentamiseen käytettävät kriteerit löytyvät julkaisusta InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet. InfraRYL on yleisesti rakennuttajan ja urakoitsijan sopimuksissa työn laatumääritelmänä.

4.1 Maaperä

Haasteellisuutta rakentamiseen tuovat pehmeiköille rakennettavat vesihuoltolinjat. Varsinkin savinen ja siltti maaperä ovat vaativia ja hitaita rakennuskohteita. Liukkaat sekä rikkonaiset kalliopinnat asettavat haasteita materiaalitoimituksiin. Kohteissa sekä kokemus että oikea kalusto työn suorittamiseksi ovat tärkeässä asemassa.

Esimerkiksi kaivumaiden pois kuljettaminen sekä maa-ainesten tuonti kohteeseen hankaloituu pehmeille tai kallioisille alueille rakennettaessa. Tällöin työkohteisiin joudutaan rakentamaan työmaateitä materiaalien kuljetusta varten. Kuvassa 21 työmaatie on rakennettu kaltevan kalliopinnan päälle paineputkien tasaus- ja alkutäyttömateriaalista. Sateella suojatäyttömateriaali kuitenkin liettyi hienojakoisen materiaalin vuoksi ja hankaloitti kuljetuskaluston liikkumista työkohteeseen. Työmaateiden rakentamisessa pyritään säästämään rahaa, jolloin työmaatien kantavuus ei ole riittävä ja vaarana on kuljetuskaluston uppoaminen. Työmaaliikenteen katketessa uponneen ajoneuvon vuoksi työn tekeminen voi osittain hidastua tai jopa pysähtyä kokonaan. Kaluston upottua ja työmiesten

rämpiessä sekä savessa että liejussa heikkenee myös työmotivaatio. Nämä ongelmat vaikuttavat työnlaatuun ja putkien asennusnopeuteen.

Vaikka työmaateiden rakentaminen ja korjaaminen osaksi hidastavatkin työn tekemistä, työn suurin hidastaja on tuettujen kaivantojen käyttäminen. Esimerkiksi teräsponttiseinän rakentaminen sekä kaivantotukien siirtäminen ja putkien asentaminen tuetun kaivannon sisällä on hidasta.



Kuva 21. Vesihuoltolinjan viereen rakennettu työmaatie

4.2 Sääolot

Vesihuoltolinjaa rakennetaan säässä kuin säässä. Ainoita säästä johtuvia syitä rakentamisen pysähtymiseen ovat kovat pakkaset tai ukkoskuurot. Runsaan sateen vesimäärä lisää työn määrää, kun rakentamisen aikaa kuluu kaivannon kuivapitojärjestelmien rakentamiseen. Kaivannossa seisova vesi saa ki- viainesarinan materiaalin liettymään, jolloin arinarakenteen painumien riski kas- vaa. Myös liian ylös kohonnut vedenpinta kaivannossa (Kuva 22.) saa muoviset putket sekä kaivot nousemaan ja täyttömateriaalin täyttäessä kohonneen put- ken alle jääneen tyhjän tilan, putkien ja kaivojen korkoaseman muuttumaan.

Talven pakkaset ja lumisateet hidastavat rakentamista. Maan jäätyessä kaiva- minen hidastuu ja kovat pakkasjaksot estävät koneiden käytön. Kova pakkanen on myös epäinhimillinen työolosuhde rakennusmiehelle. Lumisateet lisäävät

työmäärä töiden alkaessa ensiksi lumitöillä. Kun lumi jää kaivannon täytön materiaaleihin, altistuu putkilinja painumille, siirtymille ja muodonmuutoksille lumen sulaessa keväällä pois täyttömateriaalista.



Kuva 22. Rikkoutunut pumppu on aiheuttanut kaivannon täyttymisen.

4.3 Pohjavesi

Jos pohjavedenpinta sijaitsee kaivannon pohjan yläpuolella, tuo se mukaan rakentamiseen omat haasteensa. Avoin kaivanto toimii kaivon tavoin, jolloin veden virtaus on loputon, ellei pohjavedenpintaa pystytä erikoismenetelmin laskemaan esimerkiksi rakentamalla pohjaveden alennuskaivoja (kuva 23). Kaivannon sortumisen riski lisääntyy, kun kaivannon seinämistä virtaava vesi syö kaivannon seinämiä. Kuivanapito työllistää yhden miehen täyspäiväisesti varmistamaan, että kaivanto pysyy kuivana.

4.4 Uusien suunnitelmien odottaminen

Puutteellisten suunnitelmien tai suunnitelmavirheiden vuoksi urakoitsija joutuu odottamaan uusia suunnitelmia tilaajalta. Joskus uuden suunnitelman saaminen työmaalle voi kestää päiviä, vaikka tilanne vaatisikin uudet suunnitelmat heti. Näin ollen suunnitteluvirheet pyritään ratkaisemaan työmaalla heti urakanvalvojan kanssa, jotta rakennusprojekti pystyttäisiin jatkamaan. Ilman suunnitelmia tehdyissä töissä on kuitenkin ongelmansa. Vaarana on, että työn valmistumisen

jälkeen ei enää muisteta, mitä on tehty sekä miten työ on toteutettu. Tällöin suunnitelmien päivittäminen nykyhetkeä vastaavaksi on vaikeaa.

4.5 Työmotivaatio

Rakennushankkeen laadukas lopputulos on paljon riippuvainen myös rakennusmiehien ammattitaidosta ja työmotivaatiosta. Vaikka rakennusmies olisikin pätevä työhönsä, työmotivaation ja kiinnostuksen puuttuessa oman työn tekemiseen syntyy rakentamisvaiheessa rakennusvirheitä (Kuva 23). Tiukat aikataulut myös venyttävät työpäiviä tai työmiesten ollessa reissutoissa tehdään neljän päivän työviikkoa. Elimistölle ei jää aikaa palautua seuraavaan työpäivään, joka rasittaa työmiestä henkisesti sekä fyysisesti. Myös huonot henkilökemiat työnjohdon ja työntekijöiden välillä vaikuttavat motivaatiotasoon. Väsymyksestä tai negatiivisesta ilmapiiristä laskenut työvire tai motivaation puute laskee laadullisen rakentamisen tasoa. Tällöin työvaiheessa kaivannon rakennekerroksia ja putken asennusta ei tehdä oikein. Näistä seuraa laatupoikkeamia kuten painumisia, sivuittaissiirtymiä, muodonmuutoksia ja vuotoja vesihuoltolinjoissa.



Kuva 23. Väärin asennettu salaojaputki

4.6 Aikataulu

Aikataulujen suunnitteluun tilaajan tulisi kiinnittää enemmän huomiota ennen tarjouskilpailuvaihetta. Tilaajalla voi olla käsitys vesihuoltolinjan rakentamisesta ja sen tehoista päivää kohden, mutta kokonaisuuden ja mahdollisten hidastavien tekijöiden hahmottaminen unohtuu aikataulua suunnitellessa. Esimerkiksi maastoa, maaperää ja rakentamisen vuodenaikaa ei huomioida riittävästi. Aika-

taulua suunnitellessa kuvitellaan, että aina on neitseellinen soramaa ja kuiva keskikesä. Tilaajalla voi olla myös käsitys, että vesihuoltolinjan rakentaminen alkaa heti ensimmäisenä työpäivänä ja kolmella asennusryhmällä.

Todellisuudessa rakennusajan ollessa syksy, maaperä on pehmeä ja vetistä, tai jos kohde sijaitsee haastavassa paikassa, rakentamisen nopeus on paljon hitaampaa. Myös työn järjestelmällinen rakentaminen kolmella asennusryhmällä ei välttämättä ole mahdollista heti urakan alusta alkaen. Näin ollen on mahdollista saada urakka valmiiksi tilaajan asettaessa aikataulussa. Tarjousvaiheessa urakoitsija tarjoutuu tarjouksessaan rakentamaan urakan tilaajan laatiman aikataulun mukaan, mutta epärealistiset aikataulut nostavat urakkahintoja urakoitsijoiden varautuessa maksettaviin viivästyssakkoihin.

Urakoitsijan maksimoidessa työnedistymisen yrittäen välttää viivästyssakot, kiire pilaa laadukkaan rakentamisen. Työsuoritteet tehdään huolimattomasti saaden nopeasti valmista, jolloin laatupoikkeaminen määrä kasvaa huomattavasti. Urakoitsijan piikkiin menevät takuuajaiset korjaamiset ovat aina miinusmerkkisiä eikä niistä syntyneitä kustannuksia voi periä työmiehiltä.

4.7 Valvonta

Rakentamisvaiheessa valvontaa suorittavat tilaajan valvojalla sekä urakoitsijan työnjohto. Valvontatyö on silmämääräistä ja perustuu kokemukseen. Työsuoritteissa syntyneisiin virheisiin rakentamisen aikana tulee heti puuttua eikä vain katsoa ongelmia läpi sormien. Havaitut virheet tulee korjata ja opastaa työntekijöitä tekemään työsuorite oikein vastaamaan tilaajan vaatimaa laatua. Huono tilaajan ja työnjohdon valvonta heikentää rakentamisen laatua sekä nostaa laatupoikkeamien määrää.

Omat haasteensa rakennusvirheiden pois kitkemiseksi asettaa rakennusmiesten ja vastaavan työnjohtajan tai mestarin ikäero. Huonon työmoraalin omaava työmies tai pitkän työuran kokenut rakennusmies voi olla tapojensa orja eikä välttämättä välitä palautteesta tai löydetyistä rakennusvirheitä. Tämän ongelman poistamiseksi vaihtoehtoja on usein vain muutama, kuten työntekijän sijoittaminen muihin töihin tai työsuhteen irtisanominen.

4.8 Kalusto

Sopimattoman kaluston käyttö tiivistysvaiheessa saa aikaan laatupoikkeamia kuten muodonmuutoksia, painumia sekä sivuittaissiirtymiä. Työvaiheen suunnittelussa sekä valvonnassa on kiinnitettävä huomio siihen, että työvaiheeseen hankitaan sekä käytetään oikeaa kalustoa.

5 Vesihuoltolinjojen kelpoisuuden osoittaminen

Vesihuoltolinjan valmistuttua on urakoitsija velvollinen osoittamaan linjojen toimivuuden tilaajalle. Urakoitsijan tulee toimittaa tilaajalle dokumentit tehdyistä putkiarinoiden tiiveys- ja painekokeiden tuloksista sekä tarkemittauksista. Tämä on osa kelpoisuuden osoittamista urakan luovutusvaiheessa. Vesihuoltorakentamisen takuu-aika on kaksi vuotta, jos urakkasopimuksessa ei toisin mainita. Lisää tietoa löytyy InfraRYL 2006 / Vesihuolto / osista 31200.4 Valmis hulevesiviemäri sekä 31200.5 Kelpoisuuden osoittaminen.

5.1 Viettoviemäri

Toimivuuden tarkastaminen viettoviemäriosuuksilla todennetaan TV-kuvauslaitteella. TV-kuvauksessa linja kuvataan kauko-ohjattavalla ”myyrällä”, joka tallentaa linjan kulkua X-, Y-, Z-muodossa (Kuva 24). Kuvauksen avulla voidaan myös löytää putkilinjassa mahdolliset vieraat esineet, vuodot, murtumat, huonot liitokset muodonmuutokset sekä painaumat, jotka näkyvät, jos linja on jo käytössä. Kuvauksia varten kuvaajilla on ohjeistus laatupoikkeamien varalle (Kuva 25). Kuvauksia suorittavan henkilön tulee osata lukea kuvausraporttia ja kuvausmateriaalia, jonka perusteella määritetään laatupoikkeaman laatu ja sen vaikutus linjan toimivuuteen. Asennettujen kaivojen sijainti ja vesijuoksun korko tarkastetaan tarkemittauksin. Saatuja tuloksia verrataan suunniteltuihin ja niiden perusteella syntyy vesihuoltolinjasta viimeiset alueen viralliset suunnitelmat.



Kuva 24. Viemärinkuvauslaite eli ”myyrä” (Oulun viemärihuolto Oy)

Virheiden määritykset SFS-EN 13508-2 mukaisesti / Tutkimus: 5			
Projektin tunnus : Talpaalaari	Tilaaja : Skanska	Kuvaaaja : Kalkkonen T./ Dalela	PVM : 12.11.2013
0:	<p>Ei havaintoja</p> <p>EI HAVAINTOJA</p>		
1:	<p>HALKEAMA:hiushalkeama SIIRTYMÄ:(A)-liitos auki 10-20mm.(B)-poikkisiirtymä enintään 10mm.(C)-kulmapoikkeama enintään 2 astetta.VUOTO:ilmenee kosteutena tai vuodon jättämä jälkenä</p> <p>LIITTYMÄN AUKAISU:(1)- avattu reikä on 5mm sivussa(koskee muita kuin</p> <p>X < 5% KAIKKIA VIRHEITÄ KOSKEVA ARVO.UUSINTATUTKIMUS ~5 VUODEN KULUTTUA</p>		
2:	<p>HALKEAMA:avoin halkeama</p> <p>SIIRTYMÄ:(A)-liitos auki 20-40mm.(B)-poikkisiirtymä 10-20mm.(C)-kulmapoikkeama on 2-4 astetta.</p> <p>VUOTO:ilmenee veden tippumisena</p> <p>5 - 15% KAIKKIA VIRHEITÄ KOSKEVA ARVO.UUSINTATUTKIMUS ~2 VUODEN KULUTTUA</p>		
3:	<p>HALKEAMA:(1)-putkessa voi irrota tai on irronut palasia.(2)-jäykässä putkessa muodonmuutos enintään 15% putken halk.</p> <p>SIIRTYMÄ:(A)-liitos auki 40-60mm tai tiiviste näkyy lioksessa.(B)-poikkisiirtymä 20-30mm.(C)-kulmapoikkeama 4-6 astetta tai tiivis</p> <p>15 - 30% KAIKKIA VIRHEITÄ KOSKEVA ARVO.VAATII KORJAUSTA LÄHITULEVAISUUDESSA</p>		
4:	<p>HALKEAMA:(1)-putki on menettänyt rakenteellisen lujuutensa.(2)-jäykässä putkessa muodonmuutos yli 15% putken halk.(3)-joustavassa putkessa halkeama,putkirikko tai reikä</p> <p>SIIRTYMÄ:(A)-liitos auki yli 60mm tai maa-ainesta näkyy liitoksen läpi.(B)-poikki</p> <p>X > 30% KAIKKIA VIRHEITÄ KOSKEVA ARVO.VAATII KORJAUSTA PIKAKESTI</p>		

Kuva 25. TV-kuvauksessa löydettyjen laatupoikkeamien määrittämisohje

5.2 Vesijohto sekä paineviemäri

Paineellisen vesijohdon toimivuuden määrittäminen tapahtuu vesipainekokeella ja vedestä otettavalla talousvesinäytteellä. Vesijohtoa ei saa ottaa käyttöön ennen kuin kumpikin kokeista on suoritettu hyväksytysti.

Vesihuoltolinjassa ensiksi tehdään painekoe. Verkostopaine nostetaan ensiksi 10 kPa suuremmaksi kuin koepaine muodonmuutoksien ja venymisien vuoksi. Tämän jälkeen paine lasketaan koepaineeseen, joka on 1,3 x putken nimellispaine. Paineen alenemaa seurataan 30 minuutin ajan. Paineen muutokset raportoidaan ja liiallinen paineen laskeuma on merkki siitä, että linja vuotaa. Paineviemäriin tehdään vastaava koe mutta nimellispaineella. (InfraRYL 2006, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset: Vesihuolto, s 25.)

Valmista vesijohtolinjaa tulee huuhdella ennen talousvesinäytettä. Huuhtelulla varmistetaan, että asennusvaiheessa putkeen mahdollisesti joutunut orgaaninen aine poistuu sekä asennuksen tai huuhtelun yhteydessä lisätty kloori häviää vesijohtolinjasta. Hyväksytyn Vesilaboratorion tuloksen perusteella vesi saadaan vasta ottaa käyttöön. Mikäli veden laatu ei läpäise laatukriteerejä, jatketaan huuhteluja ja näytteenottoja niin pitkään, kunnes vesi on käyttökelpoista.

6 Laatupoikkeamat sekä niiden syyt

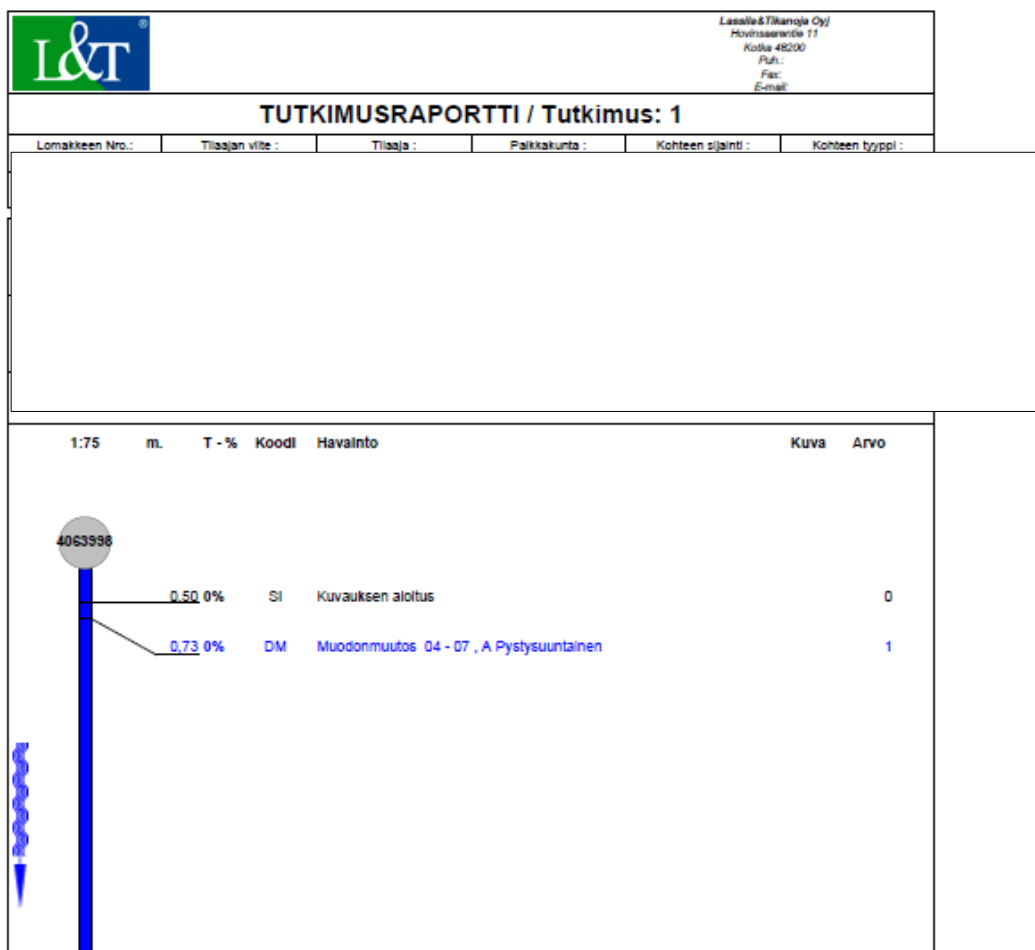
Tässä luvussa tarkastelen yleisempiä laatupoikkeamia vesihuoltolinjoissa ja niiden syitä. Laatupoikkeaman laadusta riippuen voi poikkeama aiheuttaa urakoitsijalle takuuaikaisia korjaustoimenpiteitä. Takuuaikaiset korjauskustannukset maksaa urakoitsija, mikäli ei pystytä osoittamaan laatupoikkeaman syntymisen johtuvan muusta kuin rakennusvirheestä. Tyypillisimmät laatupoikkeamat ovat muodonmuutos, sivuttaissiirtymä, painuma, putkilinjan nousu, hiekkaa putkessa sekä vesihuoltolinjojen vuodot. (YSE 1998.)

6.1 Muodonmuutos

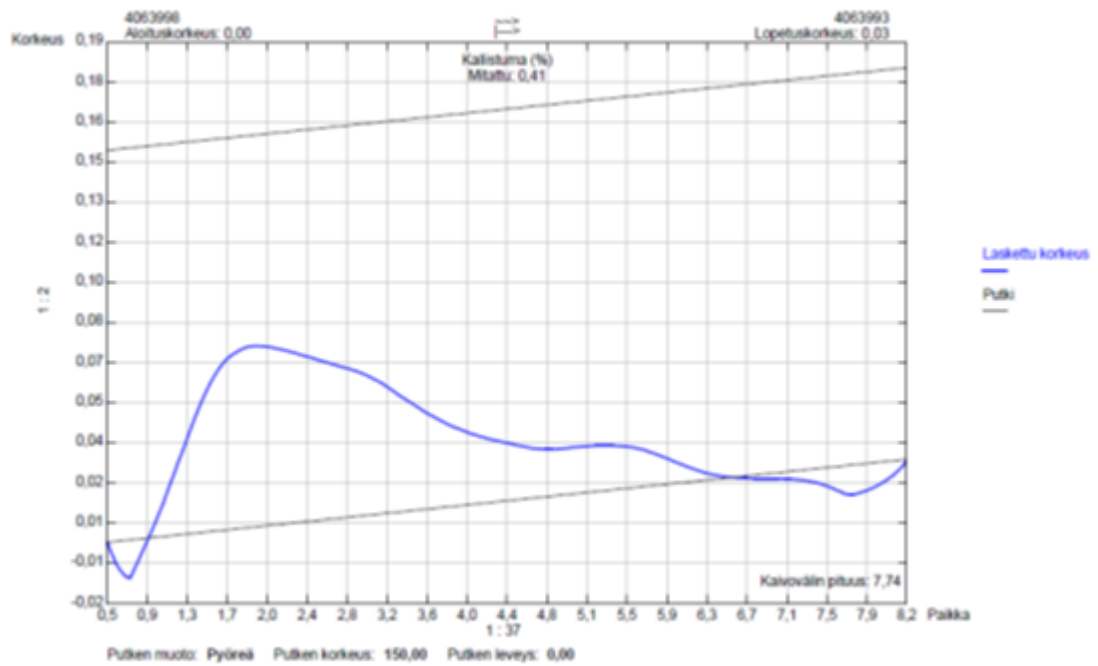
Muodonmuutoksessa putken muoto on muuttunut oleellisesti. Muodonmuutoksen myötä putken rakenne on murtunut ja ajan saatossa putki voi painua kaasaan tukkien linjan. Kuvausraporttiin (Kuva 26.) on merkitty muodonmuutoksen

kohta putkilinjassa. Putkilinjasta syntyy myös raportoinnissa pituusleikkaus (Kuva 27), jossa putkilinjan kokoasema on kuvattu sinisellä viivalla. Sinisen viivan tason tulisi kulkea sen harmaan viivan tasossa. Sinisessä viivassa painauman kohdalla tapahtuu myös linjan äkillinen nousu, joka kertoo putkilinjan noususta. Kuvausvideosta otetussa kuvassa (Kuva 28.) 160 mm hulevesiputki on painunut sisään putken alalaidasta.

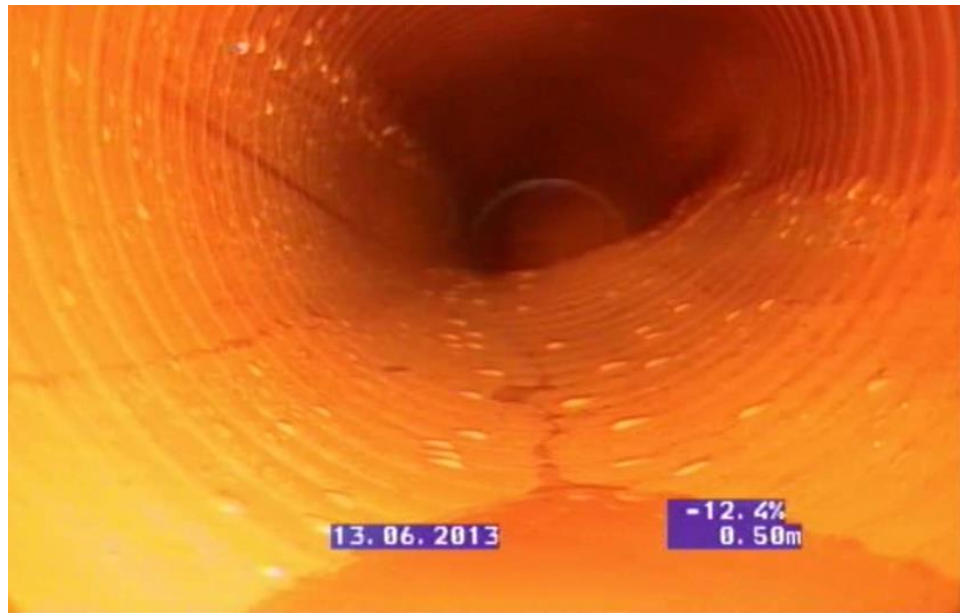
Muodonmuutokset voivat johtua arinan rajusta painumisesta tai huonosti tehdystä alku- sekä sivutäytöstä. Myös liian suuren maantiivistäjän käyttö tiivistäessä putken päälle tulevia kerroksia voi aiheuttaa putken muodonmuutoksen syntymisen. Suunnittelussa on myös voinut tapahtua virhe putken lujuusluokan mitoituksessa, jolloin rasituskuormat lyttävät putken sen ylälaidasta.



Kuva 26. Kuvausraportti, jossa ilmoitus korjattavasta muodonmuutoksesta ja sen kohdasta.



Kuva 27. Kuvausraportin pituusleikkaus putkilinjasta, jossa muodonmuutoksen kohdalla myös putkilinjassa on tapahtunut linjan nousua.

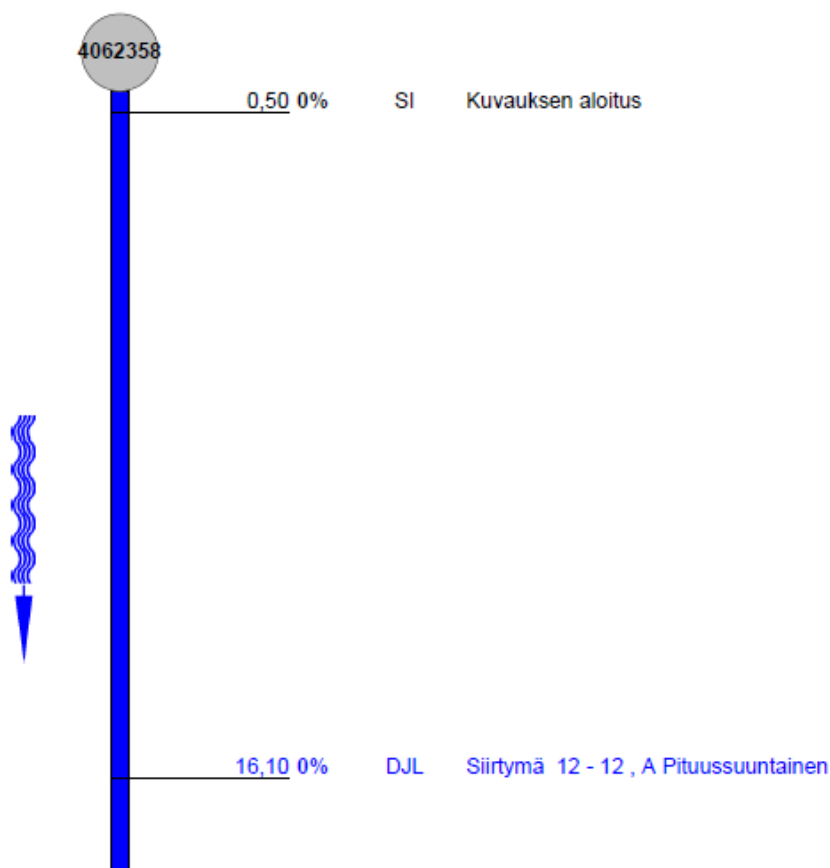


Kuva 28. Videokuvauksesta otettu kuvaleike, jossa on muodonmuutos hulevesiputkessa.

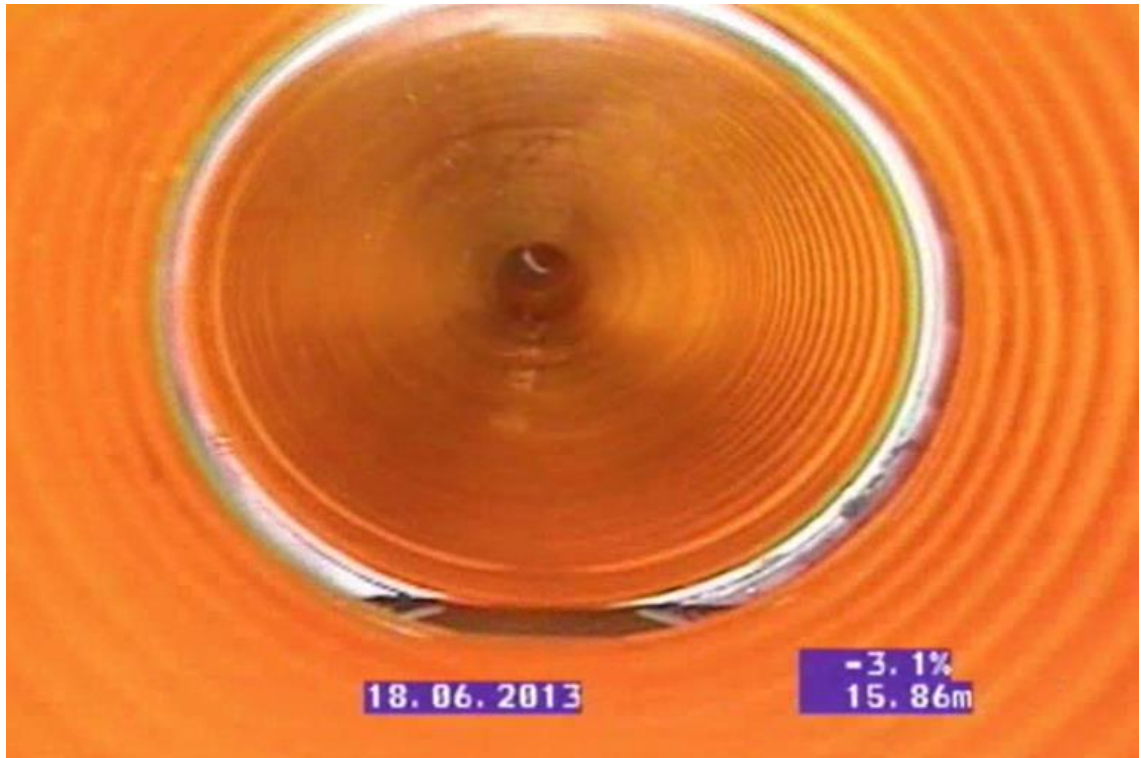
6.2 Sivuttaissiirtymä

Sivuttaissiirtymällä tarkoitetaan linjan siirtymistä x- ja y-suunnassa eli vaakasuunnassa. Suuret siirtymät aiheuttavat tiiviiden putkiliitoksien aukeamisia, jolloin linjaan pääsee vuotovesiä. Myös vettä etsivät puun juuret tunkeutuvat rakojen kautta putkilinjaan tukkien linjan juurillaan. Esimerkkikuvasarjassa TV-kuvauksessa löytyi korjattava sivuttaissiirtymä (Kuvat 29, 30 ja 31).

Syyt sivuttaissiirtymien syntymiseen löytyvät yleensä rakennusaikaisesta virheestä. Huonosti tehtyt alku- sekä sivutäytöt eivät tiivistä putken reunoja tarpeeksi, jolloin putki vielä hakee paikkaansa ylempiä rakennekerroksia tehtäessä.



Kuva 29. Kuvausraportti korjattavasta sivuttaissiirtymästä 16,1 metrin päässä kaivosta 4062358



Kuva 30. Videokuvauksesta otettu kuvaleike sivuttaissiirtymästä



Kuva 31. Sivuttaissiirtymä.

6.3 Painuma sekä linjan nousu

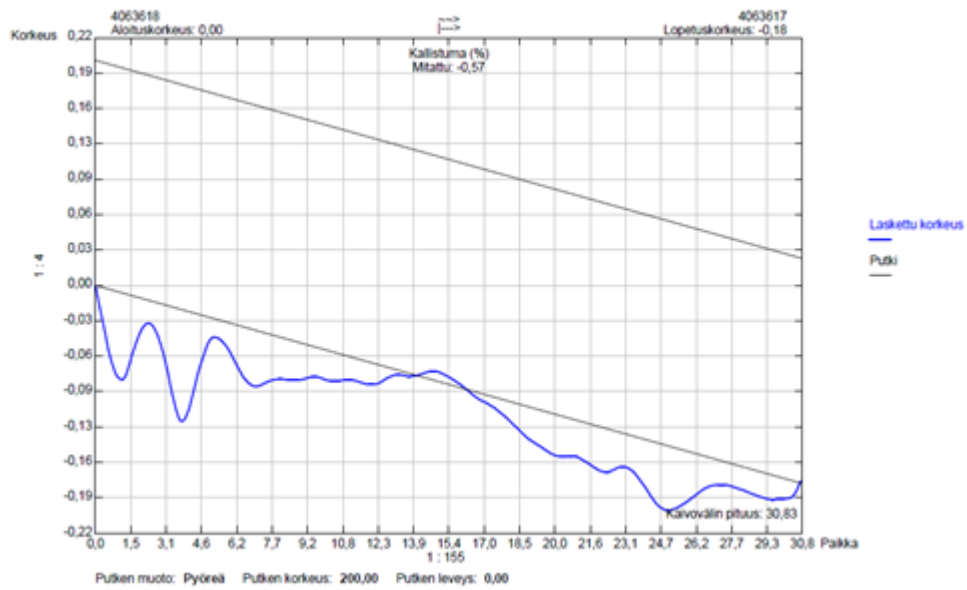
Painuma

Painumasta puhuttaessa putkilinjan arinarakenne on painunut. Kuvausraportin (Kuva 32.) tapauksessa sininen viiva tekee jyrkkiä laskuja nousten taas nopeasti ylös. Raportin perusteella pystytään sanomaan, että putkilinjaan on syntynyt painuma. Raportin mukaisissa notkokohdissa linjassa on vesipainanne, jossa vesi seisoo kuin lammikossa (Kuvat 33). Painanne heikentää putken kokonaisvirtaamaa sekä padottaa vettä. Seisovaan kohtaan kertyy sakkaa, joka puolestaan ajan myötä voi tukkia koko viettoviemäriinlinjan.

Arinan painuman syynä voi olla liian pienellä maantiivistäjällä tehty arinan tiivistäminen, jolloin arinan lopullinen tiivistyminen on tapahtunut vasta yläpuolisten maamassojen painosta ja niiden tiivistämisen vaikutuksesta. Myös arinarakenteessa virtaava vesi voi syödä hienoaineksen arinasta, jolloin arinamateriaali häviää putken alta. Lumen jääminen talvirakentamisen aikana kiviainesarinan sekaan voi aiheuttaa arinan painumisen. Sulanut lumi ei korvaannu enää murskeella, joten arinaan syntyy painanne. Liian ohueksi suunniteltu kiviainesarina, voi olla myös syy painuman syntymiseen.

Linjan nousu

Muovisilla putkilinjoilla sekä kaivoilla on mahdollisuus päästä nousemaan kaivannon päästessä täyttymään vedestä. Muoviset putket sekä kaivot omaavat hyvän nostekyvyn ja putket sekä kaivot pyrkivät nousemaan ylöspäin. Kohonneen putken tai kaivon alus täyttyy täyttömateriaalilla, jolloin se ei enää palaa vanhalle sijainnilleen. Noussut linja padottaa sekä heikentää virtaamaa samalla tavoin kuin painuma. Linjan nousuja voi syntyä myös routavaurioiden vuoksi.



Kuva 32. Putkilinjan pituusleikkaus painuneesta putkilinjasta



Kuva 33. Videokuvauksesta otettu kuvaleike kohdasta missä jätevesilinja on painunut ja jätevesi padottuu.

6.4 Hiekkaa linjassa

Rakennusvaiheessa vesihuoltolinjaan ei tulisi päästä vierasta materiaalia. Kuitenkin linjaan päätyy hiekkaa, joka heikentää virtaamaa (Kuva 34). Jätevesiviemäreissä sekä hulevesiviemäreissä hiekka on ongelmana pumppaamoissa, jolloin pumppuun kulkeutuva hiekka lyhentää pumppujen elinikää huomattavasti. Vesijohdossa orgaaninen aine näkyy käyttöönottonäytteessä, ja sen huuhteleminen pois voi joskus olla työläästä ja siihen kuluu kallista, juomakelpoista vettä.

Materiaali pääsee linjoihin rakennustöiden yhteydessä. Putkien päiden ja kaivojen ollessa suojaamattomat (Kuva 35), voi putkilinjan täytön yhteydessä kiviainesta päätyä kaivoon sekä linjaan. Kaivantoon virtaavat sadevedet kuljettavat hienoa kiviainesta avonaiseen putkeen. Virtaavan veden mukana kiviaines voi putkilinjassa kulkeutua satoja metrejä.



Kuva 34. Hiekkaa hulevesilinjassa



Kuva 35. Aukinaiset kaivot putkilinjan täyttövaiheessa

6.5 Vuodot

Vuotoja voi esiintyä normaaleissa vietto- sekä painelinjoissa. Vietto-osuuksilla vuodot tulevat ilmi kuvauksen tai silmämääräisen tarkastelun yhteydessä. Esimerkiksi viemäriinjassa virtaa vettä taukoamatta, vaikka käyttö alueella olisi todella vähäistä. Ylimääräiset vuotovedet rasittavat pumppaamoja ja kuormittavat tarpeettomasti jäteveden puhdistamoja.

Vuodot painelinjassa näkyvät painekokeessa paineen häviämisenä ja suuremmat vuodot näkyvät selvästi veden noustessa maanpintaan. Kunnilla ja kaupungeilla on alueen veden kulutuksesta alueellisesti tietoa ja mikäli veden kulutus lisääntyy huomattavasti, voidaan olettaa vesijohdon rikkoutuneen. Vuotavilla vesijohdoilla hukataan kallista juomakelpoista vettä tai pilataan pohjavesiä sekä vesistöjä jätevesilinjojen vuotaessa maaperään. (InfraRYL 2006, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset: Vesihuolto, s 25.)

Vuodot syyt voivat johtua huonosti tehdyistä liitoksista tai väärin tehdystä putken tasausta ja alkutäytöstä, jolloin arinan tai lopputäytön suurempi kiviaineskoko

aiheuttaa putkeen vaurioita. Joskus putkia joudutaan myös kuljettamaan kohteeseen pitkiäkin matkoja, jolloin putken vaurioituminen voi tapahtua työmaalla kuljetusvaiheessa. Kuvassa 36 putkia on siirretty kaivinkoneella asennuskohteeseen vetämällä, jolloin putken vaurioituminen on mahdollista kuvan mukaisessa louhikossa.

Putken jäätyminen voi myös vaurioittaa putkea. Jäätyminen voi johtua suunnitteluvirheestä, jolloin eristettävän putken eristeet on unohdettu suunnitella tai rakentamisvaiheessa eristäminen on jätetty tekemättä. Myös putki voi olla suunnitelmien vastaisesti asennettu liian pintaan, jolloin jäätymisen mahdollisuus kasvaa.



Kuva 36. Kallioon ammuttu vesihuoltokaivanto jossa riskinä putken vaurioituminen mikäli suojatäyttöä ei tehdä oikein.

7 Johtopäätökset

7.1 Yhteenveto suunnittelun ongelmista

Suunnittelijan olisi hyvä käydä kohteessa tutustumassa alueeseen, jolloin suunnittelijalla olisi käsitys, millaisiin maasto- ja maaperäolosuhteisiin vesihuoltolinja ollaan rakentamassa. Pelkkien kairaustietojen perusteella suunnittelijan on todella vaikea saada hyvää kokonaiskuvaa alueen ja kohteen maasto ja maaperäolosuhteista.

Kokemattomuus vesihuoltorakennuttamisesta, tietämättömyys käytettävistä materiaaleista ja osista lisää suunnitelmavirheiden määrää. Suunnittelijalla tulisi olla työmaakokemusta vesihuoltolinjojen rakentamisesta, ennen kuin hän olisi pätevä suunnittelemaan vesihuoltolinjoja.

Nykypäivänä aikataulut ovat tiukkoja, joten suunnitelmat on usein saatava nopeasti valmiiksi tarjousvaihetta varten. Tällöin suunnitelmien tarkastamiseen ei jää riittävästi aikaa ja esimerkiksi linjojen törmäykset jäävät huomioimatta. Rahaa tulisi myös varata enemmän suunnitelmien tekemiseen, jolloin suunnitelmien laatu paranisi.

Isoissa suunnitelmaprojekteissa suunnitelmaosuuksia pyritään jakamaan eri henkilöille. Tässä on kuitenkin omat riskinsä, jos suunnittelijoiden välinen kommunikointi on heikkoa. Tällöin ei osata hahmottaa, kuinka omat suunnitelmien muutoksien tai korjaukset voivat vaikuttaa toisen suunnittelijan suunnitelmiin. Suunnitelman jakautuessa monelle suunnittelijalle myöskään suunnittelun ohjauksen tärkeyttä ei pidä unohtaa. Mikäli kukaan ei ohjaa, johda tai tarkasta suunnitelmia, suunnitelmiin tulee virheitä ja suunnitelmat eivät ole yhteneviä keskenään. Näin ollen suunnitelmien laatu heikkenee oleellisesti. Suunnitelmien laatu tulisi tarkastaa vielä ennen kuin itse rakennusurakka on valmis. Tällöin suunnitteluryhmä tietäisi, mitä virheitä suunnitelmissa oli ja mahdolliset virheet eivät ehkä enää toistuisi.

Suunnitelmien laadun heikkeneminen johtuu myös ammattitaitoisten suunnittelijoiden puutteesta sekä yleensä ottaen Suomessa olevasta suunnittelijapulasta. Kova kilpailutus vähentää suunnitelmien tekoon käytettävää aikaa.

Suunnittelutoimistojen tulisi tehdä suunnitelmilleen itselleluovutus, kuten urakoitsija tekee tilaajalle valmistuneesta rakennusurakasta. Näin saataisiin suunnittelijat sekä suunnittelutoimistot itse tarkastamaan tarkemmin suunnitelmansa. Ehkä näin vähenisi suunnittelutoimistojen tarve lisälaskuttaa uusista tai korjattavista suunnitelmista. Nykyjään, jos tilaaja vastaanottaa ja kuittaa suunnitelmat, takuu häviää ja pienenpien suunnitelmavirheiden korjauskustannukset jäävät tilaajalle.

Suunnittelussa syntyneet virheet, jotka selviävät vasta rakentamisvaiheessa, aiheuttavat kustannuksia, joihin tilaaja ja urakoitsija eivät välttämättä ole pystyneet varautumaan. Lisäkustannuksia suunnitelmien virheellisyydestä tulee tässä työssä esiteltyjen esimerkkien mukaan lisääntyneistä louhinnoista, uusien suunnitelmien laatimisesta ja uusien isompien kaivojen ostamisesta.

7.2 Yhteenveto rakentamisen ongelmista

Rakennettaessa haasteellisissa olosuhteissa olisi hyvä että urakoitsijalla olisi kokemusta vastaavista kohteista, jotta maaperän asettamiin haasteisiin osattaisiin varautua rakentamisen aikana. Rakennushankkeeseen ryhtyjällä tulisi olla kokemusta rakentamisesta eri aikakausina, jotta kalusto sekä työmenetelmät olisi hallussa.

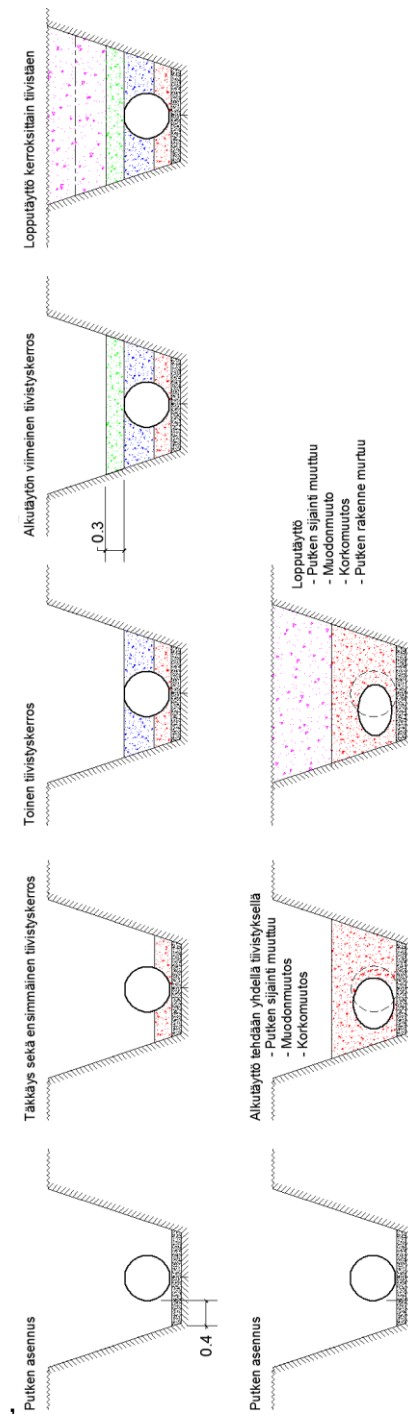
Jos aikataulu on tiukka, urakoitsijan on ymmärrettävä hankkia kalustoa sekä työmiehiä tarvittava määrä urakan valmistumiseksi aikataulussa. Urakka-ajan pituuteen urakoitsijan on vaikea vaikuttaa, joten tilaajan tulisikin olla realistinen aikataulujen suhteen ja ajatella rakentaminen urakoitsijan silmin, eikä vain perustaa aikataulun luomista teoreettisiin tehoihin. Urakka-aikaa suunnitellessa on muistettava myös ottaa huomioon vuodenaika, maaperä sekä putkien määrä ja asennussyvyys.

Työmoraalin hiipuessa on mahdollisuus tehdä rakennusvirheitä, jolloin itse työntekijän tulisi ymmärtää työvirheidensä vaikutus yrityksen toimintaan taloudellisesti sekä imagollisesti. ”Valmiin” vesihuoltolinjan korjaaminen ei ole edullista ja se tuo negatiivista mainetta yritystä kohtaan.

Työnjohdon tulee kiinnittää huomiota henkilöstöjohtamiseen työntekijöiden hyvän työmoraaalin ylläpitämiseksi. Vääränlaisella johtamistyyllillä ei saa työntekijöitä motivoitumaan työn tekemiseen. Työnjohdon antamaa kiitettävää palautetta hyvin tehdystä työstä työntekijä saa harvoin. Palautteen määrää tulisi lisätä, jolloin työntekijä tiedostaa, että hänen tekemäänsä raskasta työtä arvostetaan. Työnjohdon tulee myös miettiä työparit siten, että työntekijät tulevat keskenään toimeen.

Valvonnan määrällä on suuri merkitys rakentamisen laatuun ja rakennusvirheiden syntymiseen. Tilaajan valvojalla tulisikin olla kokemusta vastaavanlaisista hankkeista ja uskallusta puuttua huomattuihin virheisiin. Näin ollen urakoitsija joutuu varmasti rakentamaan laatua ja tehostamaan omaa valvontaansa virheiden syntymisien estämiseksi. Myös urakoitsijan raportointi ja tiiveyskokeiden tekeminen ovat tärkeitä vaiheita, joilla on mahdollisuus osoittaa korjattavan laatu-poikkeaman johtuvan suunnitteluvirheestä.

Henkilöstön motivaatiota ja hyvinvointia tulee seurata ja niihin tulee puuttua tarvittaessa. Kaluston tulee olla työkohteeseen sopiva sekä työntekijöiden tulee olla ohjeistettuja käyttämään kalustoa niiden käyttötarkoituksen mukaisesti. Oikean kaluston käyttö ei välttämättä takaa laadullista rakentamista vaan itse työsuoritus täytyy myös tehdä oikein laatu-poikkeamien ehkäisemiseksi (Kuva 37 ja 38).



Kuva 37. Vesihuoltolinjan oikea ja väärä tiivistäminen



Kuva 386. Paineputkien alku- ja sivuittaistäytön tekoa ohjeen mukaan

7.3 Laatupoikkeamien yhteenveto

Laatupoikkeaminen syntyminen johtuu suurimmaksi osaksi työvirheestä. Rakennusvaiheessa riittävä valvonta vähentää laatupoikkeamien syntyä. Laatupoikkeamat tulisi urakoitsijan käydä läpi työntekijöiden kanssa, jotta vastaavalaisten virheiden syntyminen ei toistuisi.

Myös suunnittelussa syntyneet virheet, kuten väärä pohjanvahvistusmenetelmä, arinan paksuus tai väärä materiaali voivat olla syy laatupoikkeamien syntymiseen. Kuitenkin laatupoikkeaman syntymisen syytä suunnitteluvirheestä johtuen on hankala todentaa ja näin ollen takuuaikaiset korjauksen maksaa urakoitsija. Suunnitteluvirheet tulisi urakoitsijan tavoin käydä läpi, jotta virheiden siirtyminen seuraaviin suunnitelmiin saataisiin estettyä.

Kuvat

Kuva 1. Kaivannon täytön rakennekerrokset (wikispaces), s. 7

Kuva 2. Kaivannon ohjeelliset vähimmäismitat. Kuva: InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 16210 Putki ja johtokaivannot, s 303, s. 7

Kuva 3. Kaivantotuen käyttöä vesihuoltolinjan rakentamisessa (roipanblogi), s. 9

Kuva 4. Teräsponsittiseinällä tuettu kaivanto (imeco), s. 9

Kuva 5. Kiviainesarina sekä asennusalusta. Kuva: InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 13300 Arinarakenteet, s.387, s. 10

Kuva 6. Kaivannon alku- ja lopputäyttö. Kuva: InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 18300 Kaivantojen täytöt, s.375, s. 11

Kuva 7. PE on vesijohdoissa yleisemmin käytetty vesijohtomateriaali. Putkessa näkyy sininen tunnistusraita joka kertoo käyttötarkoituksen. Paineviemäriputkessa tunnistusväri on ruskea, s. 12

Kuva 8. SG-putki (Ruskon betoni Oy), s. 12

Kuva 9. PVC-putki (Pipelife Oy), s. 13

Kuva 10. Betoniputki hule- tai jätevesien siirtämiseen (Ruskon betoni Oy), s. 13

Kuva 11. Hulevesiputki (Uponor Oy), s. 14

Kuva 12. Vesihuoltolinjan eristäminen, s. 14

Kuva 13. Vesihuoltokanaalin louhinta on tehty ja putket odottavat asennusta, s.15

Kuva 14. Pituusleikkaus on kartoittamattoman kallion kohdasta. Louhittava kohta on merkattu keltaisella ruudulla. s.16

Kuva 15. Kallio, jonka päällä kulkee suunniteltu vesihuoltolinja noin 20 metriä tiestä. s.17

Kuva 16. Kaivojen sijoitteluvirheet katusuunnitelmassa ja vesihuoltolinjan poikkileikkaus joka ei täsmää asemakuvan putkilinjoihin. s. 20

Kuva 17. Urakoitsijalle annetuissa katusuunnitelmissa on jv kaivo nro 3:lle annettu kaksi eri vesijuoksun korkoa. s.20

Kuva 18. Vesihuoltokaivannon poikkileikkaus ja katusuunnitelma jossa runkolinjassa niiden tonttihaarat. Vesijohdon sijainti poikkileikkaus ei ole yhteneväinen katusuunnitelman kanssa. s. 21

Kuva 19. Sähköhitsattava porasatula, s. 22

Kuva 20. Kaivokortti jonka suunniteltu kaivo on liian pieni. Vihreällä kaivo piirretty oikeilla mitoilla ja punaisella on merkitty ongelma kohdat. s. 23

Kuva 21. Vesihuoltolinjan viereen rakennettu työmaatie, s. 25

Kuva 22. Hajonnut pumppu on aiheuttanut kaivannon täyttymisen, s. 26

Kuva 23. Väärin asennettu salaojaputki, s. 27

Kuva 24. Viemärinkuvauslaite eli ”myyrä” (Oulun viemärihuolto Oy), s. 30

Kuva 25. TV– kuvauksessa löydettyjen laatupoikkeamien määrittämisohje, s. 30

Kuva 26. Kuvausraportti jossa ilmoitus korjattavasta muodonmuutoksesta ja sen kohdasta. s.32

Kuva 27. Kuvausraportin pituusleikkaus putkilinjasta, jossa muodonmuutoksen kohdalla myös putkilinjassa on tapahtunut linjan nousua. s. 33

Kuva 28. Videokuvauksesta otettu kuvaleike, jossa on muodonmuutos hulevesiputkessa. s. 33

Kuva 29. Kuvausraportti korjattavasta sivuttaissiirtymästä 16,1 metrin päässä kaivosta 4062358, s. 34

Kuva 30. Videokuvauksesta otettu kuvaleike sivuttaissiirtymästä, s. 35

Kuva 31. Sivuttaissiirtymä, s. 35

Kuva 32. Putkilinjan pituusleikkaus painuneesta putkilinjasta, s. 37

Kuva 33. Videokuvauksesta otettu kuvaleike kohdasta missä jätevesilinja on painunut ja jätevesi padottuu. s. 37

Kuva 34. Hiekkaa hulevesilinjassa, s. 38

Kuva 35. Aukinaiset kaivot putkilinjan täyttövaiheessa, s. 39

Kuva 36. Kallioon ammuttu vesihuoltokaivanto jossa riskinä putken vaurioituminen mikäli suojatäyttöä ei tehdä oikein. s. 40

Kuva 37. Vesihuoltolinjan oikea ja väärä tiivistäminen, s. 44

Kuva 38. Paineputkien alku- ja sivuttaistäytön tekoa ohjeen mukaan, s. 46

Taulukko

Taulukko 1. Tukemattoman kaivannon luiskakaltevuudet. Kuva: InfraRYL 2006 / Osa 1 Väylät ja alueet / 16200 Maakaivannot, s. 301, s.8

Lähteet

Rakennustieto. InfraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset osa 1: Väylät ja alueet. Helsinki: Karisto oy, Hämeenlinna 2006. ISBN-13:978-915-682-801-8

Rakennustieto. InfraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset: Vesihuolto. Helsinki: Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2006 (ISBN-13: 978-951-682-812-4)

Wikipaces. <http://vip10sag.wikispaces.com/viem%C3%A4rin+kaivanto>.
Luettu 28.12.13

Pipelife Finland Oy. Tuotteet. www.pipelife.fi/ Luettu 25.01.2014

Etra oy. Tuotteet. <http://tuotteet.etra.fi/fi/g13106214/rumpuputki-6m-sn4-jatkoholkilla>, Luettu 25.01.2014

Oulun viemärihuolto oy, Palvelut, Putkistojen kuvaukset,
<http://www.oulunviemarihuolto.fi/kuvaukset.php>.
Luettu 01.2014

Ruskon betoni oy. Tuotteet. <http://ek-putket.fi/fi/tuotteet/ek-putketpyoreat.html>
Luettu 26.01.2014

Santeri Roinisen ja Jukka Paloperän blogi. Kunnallistekniset rakennustyöt.
http://roipanblogi.blogspot.fi/2014/01/blog-post_9.html
Luettu 28.12.13

Saint-Gobain Pipe Systems Oy. Tuotteet.
<http://www.sgps.fi/sivu.asp?taso=4&id=35>
Luettu 10.01.2014

Imeco Austria. How things work. <http://www.imeco.at/index.php?id=how06>
Luettu 11.01.2014

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 237- 1- 2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. 2010. Helsinki

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 237-2- 2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. 2010. Helsinki.

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 209/2011. Finlex. Lainsäädäntö.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110209>
Luettu 10.01.2014

YSE 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot http://www.skanska.fi/cdn1cefa44f81f99c6/Global/Tietoa_Skansasta/Downloads/Rakennusurakan%20yleiset%20sopimusehdot%20YSE%201998.pdf
Luettu 11.01.2014